

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Приладобудівний

(повна назва інституту/факультету)

Приладобудування

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

УДК 531.75 (043.3)

«До захисту допущено»

завідувач кафедри

_____ Ю. В. Киричук
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ____ ” грудня 2019 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістр**

зі спеціальності (спеціалізації) 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровано-
вані технології (Комп'ютерно-інтегровані
технології проектування приладів)

(код і назва спеціальності)

на тему: Система обліку легких вуглеводнів

Виконала: студентка 2 курсу, групи ПМ-81мп

(шифр групи)

_____ Літовко Марія Анатоліївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник старший викладач Зайцев В. М.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант Розробка СТАРТАП-проекту,

(назва розділу)

доцент, доктор економічних наук Бояринова К. О.

(посада, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент тех. директор АТЗТ “УКРВЕСКОМ” Петренко І. В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2019 року

ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на магістерську дисертацію	2	
2	A4	МД.ПМ81.000.00 ПЗ	Пояснювальна записка	94	
3	A1	МД.ПМ81.000.00 ММ	Матеріали аналітичного огляду	2	
4	A1	МД.ПМ.81.000.01 Е2	Електрична схема	1	
5	A1	МД.ПМ.81.000.01..03 СК	Складальні креслення	2	
6	A3	МД.ПМ.81.00(1...4).01	Креслення деталей	1	
7	A1	МД.ПМ.81.000.00 ГХ	Схеми	1	
8	A1	МД.ПМ.81	Презентаційний аркуш	1	
Загальна кількість графічних документів -8 арк. ф. А1					

				МД ПМ-81.000.00		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Літовко			Відомість магістерської дисертації	Лист	Листів
Керівн.	Зайцев				1	1
Конс.	Бояринова				КПІ імені Ігоря Сікорського каф. ПБ гр. ПМ–81мп	
Н/контр.						
Зав. каф.	Киричук					

Магістерська дисертація

на тему: Система обліку легких вуглеводнів

Київ – 2019 року

**0000 Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет _____ Приладобудівний _____
(повна назва)

Кафедра _____ Приладобудування _____
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність(спеціалізація) 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології (Комп'ютерно - інтегровані технології проектування приладів)
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) (ініціали, прізвище)

« __ » _____ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту**

Літовко Марії Анатоліївни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Система обліку легких вуглеводнів

науковий керівник магістерської дисертації Зайцев Віктор Миколайович,
старший викладач

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «07» листопада 2019 р. № 3848-с

2. Термін подання студентом дисертації 12 грудня 2019 р.

3. Перелік завдань, які необхідно розробити 1) Огляд та аналіз засобів вимірювання системи обліку; 2) Математична модель аналізу вимірювальної системи, алгоритмів її вимірювання; 3) Метрологічний аналіз характеристик системи; 4) Розрахунок ваговимірювальної системи; 5) Висновки.

4. Перелік графічного (ілюстрованого) матеріалу 1) Система обліку легких вуглеводнів – 1 арк. ф. А1; 2) Електричні схеми – 1 арк. ф. А1; 3) Складальний кресленик датчика – 1 арк. ф. А1; 4) Математична модель – 2

арк. А1; 5) Кресленики деталей – 1 арк. ф. А1; 6) Схеми – 1 арк. А1; 7) Презентаційний лист – 1 арк. ф. А1.

5. Орієнтований перелік публікацій 1) Огляд методів та засобів вимірювання кількості борошна в ємності. Методи та засоби дозування борошна; 2) Вимірювальні перетворювачі ваги для вагових рівнемірів.

6. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розробка стартап-проекту	Бояринова К. О., доцент, доктор економічних наук		

7. Дата видачі завдання 07 листопада 2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів дисертації	Примітка
1.	Огляд та аналіз засобів вимірювання системи обліку	20.09.2019	
2.	Розробка математичної моделі	04.10.2019	
3.	Проведення розрахунків системи	11.10.2019	
4.	Розробка стартап-проекту	06.11.2019	
5.	Розробка графічної частини дисертації	22.11.2019	
6.	Оформлення пояснювальної записки	09.12.2019	
7.	Представлення дисертації на перевірку науковому керівнику	10.12.2019	
8.	Передача матеріалів дисертації на перевірку виявлення збігів/схожості текстів Unichesk	11.12.2019	
9.	Представлення дисертації на затвердження	12.12.2019	

Студент

(підпис)

М. А. Літовко

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

В. М. Зайцев

(ініціали, прізвище)

Реферат

Магістерська дисертація має обсяг 90 сторінок, та містить вступ, 4 основних розділи, перелік використаних джерел, 18 ілюстрацій, 26 таблиць. Графічна частина складається з 8 аркушів ф. А1.

Актуальність теми

Система обліку легких вуглеводнів обов'язкова до застосування на базах приймання та зберігання нафтопродуктів. З кожним роком, вимоги до такої системи в аспекті точності та надійності зростають. В магістерській дисертації запропоновано та розроблено метод системи обліку легких вуглеводнів з метою підвищення точності. Застосування розробленого цифрового ваговимірювального перетворювача та визначника рівнів розділу фракцій гідродинамічного типу дозволило суттєво підвищити метрологічні та експлуатаційні параметри системи обліку.

Мета та завдання дослідження

Метою роботи є розробка системи обліку легких вуглеводнів.

Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є система обліку легких вуглеводнів.

Предмет дослідження

Розробка функціональних можливостей ваговимірювальної системи за рахунок підвищення точності.

				МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	5

Summary

The master's thesis has a volume of 90 pages and contains an introduction, 4 main sections, a list of sources used, 18 illustrations, 26 tables. The graphic part consists of 8 sheets f. A1.

The actuality of theme

The system of accounting for light hydrocarbons is obligatory for the use on the bases of receiving and storing of oil products. Every year, the requirements for such a system in terms of accuracy and reliability are increasing. In the master's this the method of light hydrocarbon metering system was proposed and developed in order to improve accuracy. The use of the developed digital weighing transducer and the determinant of the level sections of fractions of the hydrodynamic type allowed to significantly increase the metrological and operational parameters of the accounting system.

The purpose and tasks of the study

The purpose of the work is to develop a system of accounting for light hydrocarbons.

Object of study

The object of study is a system of accounting for light hydrocarbons.

Subject of study

Development of functionality of the weighing system by increasing the accuracy.

					<i>МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ</i>	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	9
ВСТУП.....	10
1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТРЕСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ.....	12
1.1. Основні поняття вимірювання рівня.....	12
1.2. Огляд методів та засобів вимірювання границі розділу середовищ ...	16
1.2.1. Хвилеводний рівнемір	16
1.2.2. Безконтактний радарний рівнемір	18
1.2.3. Ультразвуковий рівнемір	20
1.2.4. Буйковий рівнемір	22
1.2.5. Радіоізотопний рівнемір	24
1.2.6. Лазерний рівнемір.....	26
1.2.7. Магнітострикційний рівнемір	27
1.2.8. Магнітні показники рівня	28
1.3. Хімічний склад і фізичні властивості легких вуглеводнів	31
Висновки.....	42
2. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ	43
2.1. Задача аналізу	43
2.2. Задача вимірювання	44
2.3. Задача калібрування	46
2.4. Оцінка метрологічної якості	46
Висновки.....	47
3. РОЗРАХУНОК ВАГОВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ	48
Висновки.....	61
4. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ «СИСТЕМА ОБЛІКУ ЛЕГКИХ ВУГЛЕВОДНІВ».....	62
4.1. Опис ідеї проекту	62
4.2. Технологічний аудит ідеї проекту	66
4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	67
4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту	77

4.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	81
Висновки.....	86
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	88
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	89

				МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	8

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ШФЛУ – широка фракція легких вуглеводнів;

РКП – робочий коефіцієнт перетворення;

Δp_i – різниця тисків;

ρ – густина вимірюваної рідини;

g – прискорення вільного падіння;

h_i – відстань від глибини до межі кожної фракції;

z_i – відстань від датчика до межі заповнення рідини;

H_0 – висота цистерни;

$U_{\text{жив}}$ – напруга живлення;

$U_{\text{вих}}$ – напруга на виході;

R – опір резистора;

E – модуль пружності;

$S_{\text{поп.пер.}}$ – площа поперечного перерізу;

K_T – коефіцієнт тензочутливості;

K – коефіцієнт перетворення;

μ – коефіцієнт Пуассона;

F – сила.

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

ВСТУП

Вимірювання відіграють велику роль у багатьох сферах життєдіяльності людини. За допомогою контрольно-вимірювальних приладів знаходять такі величини, як частота, витрата, тиск, кількість, сила, швидкість, струм і т.д., за якими маємо інформацію про стан технологічних процесів, що є необхідним для подальших точних розрахунків, настройки оптимальних режимів та отримання високоточних показників роботи обладнання.

Нафтогазовидобувна галузь України є проблемою в національній економіці через те, що відноситься до рідких та газоподібним вуглеводням як одним з особливих джерел енергії та сировинної бази багатьох сфер. На сьогодні, Україна вимушена імпортувати значну кількість нафти та газу за кордоном, тому необхідно здійснювати заходи, що забезпечують максимальне можливе видобування власних запасів вуглеводнів.

Для вирішення завдання вимірювання та контролю рівня рідини в ємності розглядають багатоманітний ряд технічних засобів.

Зазвичай до більш простого методу контролю кількості рідини відносять об'ємний метод. Пристрої, у яких проводиться вимірювання висоти рівня рідини щодо дна бака, називають рівнемірами. Основним параметром є положення рівня рідини, а шкали градуюються в лінійних одиницях висоти. При вимірюванні кількості рідини і сипучої речовини об'ємним методом, шкали рівнемірів градуюються в об'ємних або вагових одиницях, із зазначенням температури і інших параметрів, при яких прилади градуювались [1].

Одним із достовірних методів визначення кількості рідини є зважування. Його застосовують в області контролю кількості речовини, що транспортуються по трубах і т.д. Метод зважування має високу вартість і

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

складність ваговимірювальних пристроїв.

Основна відмінність рівнемірів - це технології і принципи роботи, від яких залежить їх застосування, якість роботи, вартість і доступність.

				МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	11

1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МАТЕРІАЛІВ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТРЕСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

1.1. Основні поняття вимірювання рівня

Для безпеки і рентабельності технологічних процесів слід оснащувати вимірювальними приладами, що забезпечують надійність та точність вимірювання рівня. Основне завдання вимірювання рівня – визначення положення поверхні середовища всередині сховища чи резервуара іншого призначення. Воно полягає у визначенні лінійної відстані по вертикалі між точкою відліку (зазвичай збігається з дном ємності) і поверхнею рідини, сипучого середовища, або межею поділу двох рідин. Точне вимірювання рівня у резервуарі, сховищі чи реакторі відіграє велику роль у багатьох технологічних процесах [2].

При комерційному обліку найчастіше використовується вимірювання рівня. Під час контролю ресурсів похибка вимірювань відіграє важливу роль і має особливе значення; різноманітні типи приладів і системи використовують для вимірювання рівня. Принцип роботи і значення похибки можуть значно відрізнятися, тому вони призначені для вимірювання рівня тільки з кінцевої похибкою.

Під час вимірювання рівня між чутливим елементом приладу або системою, і продуктом, у будь-якому випадку виникає взаємодія.

Необхідність контролювати кількість продуктів в одиницях об'єму або маси – основна причина вимірювання рівня. Промислові вимоги по технологічному обліку завжди збільшуються.

Основним компонентом системи обліку резервуарних парків для застосування надійного, якісного та точного управління сировини чи готових продуктів є вимірювання рівня.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ
					12

Наступними вимірами є вимірювання температури, тиску і рівня підтоварної води, що виконуються при технологічному обліку. На сьогоднішній день облік запасів став більш поширеним не лише для оперативного персоналу, а й для багатьох інших компаній, у тому числі керівників і осіб, що є відповідальними за аналіз непродуктивних витрат і матеріальний облік. Тому більш звертають увагу на безпечність, вартість володіння і вартість продукції. Зазвичай у більшості випадків для завдань обліку запасів необхідна похибка вимірювання рівня, що дорівнює не більше ± 3 мм.

Існує багато випадків, коли продукт, що купується, продається чи переданий на відповідальне зберігання залежить від значення рівня продукту, за допомогою якого здійснюється розрахунок об'єму або маси. Високі вимоги до похибки рівнеміра зазвичай при комерційному обліку, якщо величина похибки дорівнює 3 мм і може спричинити дуже значну помилку при обчисленні об'єму.

Прилади затвердженого зразка необхідно застосовувати для обліку, при цьому точність не повинна перевищувати 1 мм. Керівні вказівки, обґрунтування та рекомендації щодо використання приладів вимірювання рівня для комерційного обліку наведені в міжнародних стандартах [2].

Ефективність можливо підвищити за рахунок точного вимірювання рівня. Наприклад, якщо в резервуарному парку необхідна наявність певної кількості сировини, а у резервуарів не застосовується така повна ємність, тоді у підприємства будуть величезні витрати на придбання та обслуговування додаткових ємностей для зберігання.

Вимірювання рівня здійснюється з метою забезпечення безпеки. Переповнення відкритих резервуарів більше розрахункової ємності створює загрозу для безпеки. Але можуть виникати катастрофічні наслідки при зберіганні в резервуарах їдких, хімічно активних, горючих або токсичних

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

речовин під час перелив або створення підвищеного тиску. Щоб цього запобігти, необхідно не забувати також контролювати рівень для впевненості у відсутності витоків. Крім того, попередження переливів або виявлення витоків слід виконувати для задоволення вимог природоохоронного законодавства [2].

Зазвичай у технологічних процесах слід забезпечувати рівномірну подачу речовини на вході і виході. Гарантування тривалої подачі ускладнюється внаслідок коливання швидкості потоку або тиску в лінії подачі. Резервуар виступає в ролі буферної ємності і забезпечує постійний потік на виході, незважаючи на флуктуацію на вході, якщо поміщений між джерелом і технологічним процесом. Інтенсивність подачі на вході резервуара зростає або зменшується, не спричиняючи подачу з резервуара до технологічного процесу, коли в накопичувальному резервуарі завжди підтримується накопичувальний рівень у певному діапазоні.

Для забезпечення місцевого відображення рівня використовується індикатор. Він працює при наявності оператора, так як необхідне зчитування показань і виконання заданих операцій. Роз'єднані системи управління – це системи, в яких використовуються індикатори рівня.

Індикатори не рідко застосовують при калібруванні автоматичних систем управління.

Для регулювання рівня в резервуарі також використовують автоматичні системи управління або системи з наявністю зворотного зв'язку. Рівнемір, що має у складі засоби дистанційної передачі вимірювальної інформації, може генерувати сигнал, пропорційний рівню в резервуарі. Такий сигнал передається в спеціальний регулятор, який діє на виконавчі пристрої (клапани або насоси), які відіграють роль в керуванні витратою речовини на вході і виході ємності. Резервуари, оснащені індикаторами для вимірювання рівня називають резервуарами з

				МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	14

автоматичним управлінням [2].

Точність вимірювання рівня рідини в резервуарі, або ємності відіграє важливу роль для багатьох технологічних процесів. Щоб забезпечити якісне управління процесом необхідно слідкувати за вимірюванням рівня з кінцевої похибкою.

Межею розділу є шар між двома незмішуваними продуктами (не підлягають змішуванню) з різноманітною щільністю, наприклад, нафта і газ. Для вимірювання поверхні розділу середовищ потрібно визначати положення кордону між рідинами, що мають різну щільність та зберігаються одночасно в одному резервуарі.

Якщо ми нафту і воду зберігаємо в одному резервуарі, то шар нафти затримується на поверхні води. Верхнім рівнем води і нижнім рівнем нафти називається межа розділу між двома продуктами (рис. 1.1).

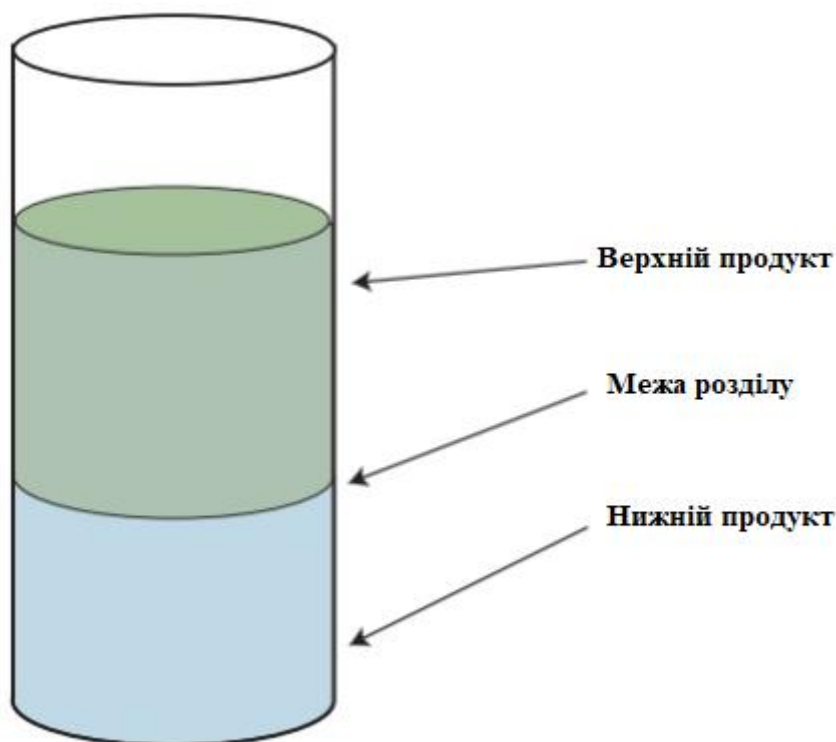
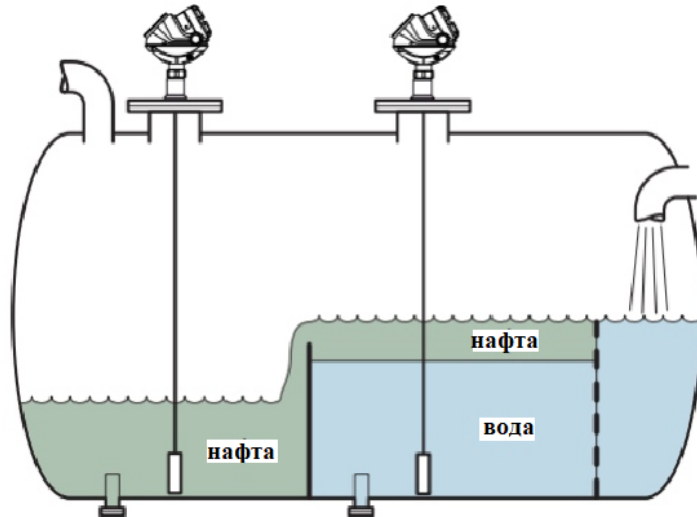


Рисунок 1.1 Межа розділу середовищ

1.2).



середовищ у сепараторі

середовищ

1.2.1. Хвилеводний рівнемір

резервуару з трубкою довжиною рівною рівню глибині ємності.

назад у приймач [3].

границі розділу рідина/рідина (нафта і вода). Якщо ємності з високими

патрубками або резервуар має вигляд складної геометрії, то хвилеводні рівнеміри можна застосовувати. Також підходять порошкові, гранульовані матеріали з похилою площиною. На рисунку 1.3 наведено прикріплення рівнеміра в резервуарі.

Хвилеводні рівнеміри здатні одночасно вимірювати рівень і рівень границі розділу середовищ. Головною перевагою вважається відсутність необхідності коригування налаштувань при зміні щільності, діелектричної постійної або електропровідності рідини. На похибку вимірювання не впливають зміна тиску, температури і стану парогазового простору над рідиною.

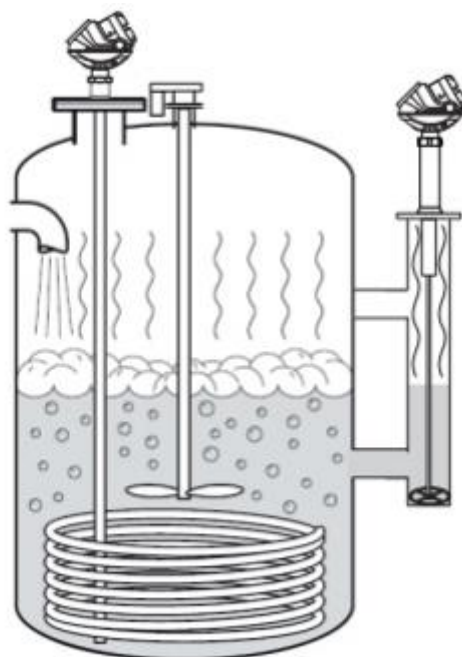


Рисунок 1.3 Прикріплення хвилеводного рівнеміра поблизу об'єктів, що створюють перешкоди

Рухомих частин рівнеміри не мають, тому не має потреби в технічному обслуговуванні. Він простий в монтажі, замінює такі прилади, як буйкові і ємнісні рівнеміри.

Хвильові радари можуть працювати в різноманітних умовах, але необхідно звертати увагу на вибір трубки, адже їх буває декілька варіантів.

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Вони не повинні стикатися з металевими об'єктами (крім коаксіальних трубок), так як це впливає на вимірювальний сигнал. Деякі хвилеводні рівнеміри мають розширені можливості діагностики, за допомогою яких можна виявити осадження в трубці.

1.2.2. Безконтактний радарний рівнемір

Безконтактні радарні рівнеміри реалізують два основних способи впливу радіовипромінювання – частотно-модульований і імпульсний.

Безконтактний радарний рівнемір із частотною модуляцією випромінює радіохвилі до поверхні рідини, причому частота радіохвиль постійно змінюється.

Після того, як радіовипромінювання відіб'ється від поверхні рідини, то повернувшись назад у рівнемір, його прирівнюють до радіовипромінювання, яке переходить до резервуару в поточний момент. Різниця частот між переданим і прийнятим радіосигналом прямо пропорційна відстані до поверхні рідини [3].

Радарні рівнеміри мають перевагу вимірювання клейких, в'язких середовищ, оскільки за рахунок безконтактного вимірювання частини приладу по суті не піддаються корозії. Зазвичай при використанні безконтактних технологій рівнеміри застосовують в резервуарах з місилкою. Якщо є необхідність, то з високою частотою прилад може бути ізолюваний за допомогою кульового клапану. Досить часто виробники пропонують безконтактні радары з такими діапазонами вимірювання – від 1 до 30-40 метрів.

На характеристики рівнеміра впливає робоча частота. Якщо низька частота, то зменшується сприятливість до пару та забрудненню антени, а якщо навпаки висока частота, то виходить більша концентрація радіовипромінювання, що зменшує вплив стінок, патрубків і внутрішніх конструкцій резервуара.

Принцип роботи імпульсного безконтактного рівнеміра заключається

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в тому, що випромінені радіохвилі, які відбиваються від поверхні рідини повертаються назад у приймач. Відстань вказують до опорної точки (дно резервуара), а мікропроцесор розраховує рівень рідини.

Рівнемір не має контакту з вимірюваним середовищем, тому його спокійно застосовують для роботи з забрудненими середовищами. На рис. 1.4 представлено безконтактні радари з антенами різних типів для застосування в різноманітних умовах.

Безконтактний радар успішно працюватиме при правильній установці в резервуарі. Поверхня рідини повинна безперешкодно проглядатися з місця установки, а монтажний патрубок повинен бути з гладкими стінками і без виступаючих зварних швів [3].



Рисунок 1.4 Безконтактні радари з антенами різних типів для застосування в різноманітних умовах

Внутрішня конструкція резервуару складається з підсилювачів, труби

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

та перемішуючих пристроїв. Вони викликають ехосигнали перешкод, але здебільшого рівнеміри вже мають програмні алгоритми за рахунок яких відбувається маскування та ігнорування на подібні перешкоди.

Рівнемір можна використовувати в умовах турбулентності та перемішування, але інтенсивність збурень на поверхні впливає на якість вимірювання. Також має великий вплив і піна. Якщо вона легка, тоді не відображає мікрохвилі, а якщо важка, то навпаки відображатиме мікрохвилі.

Поглинання більшої частини випромінюваної енергії відбувається, коли рідина містить низьку діелектричну постійну, а залишок відбивається до рівнеміра. Високу діелектричну постійну відносять до більшості водних розчинів, а низьку діелектричну постійну – до масел і нафтопродуктів. Якщо на поверхні рідини відбувається перемішування або змішування продуктів, сплески, на поверхні, то мікрохвильовий сигнал здатен розсіюватися.

При поєднанні низької діелектричної постійної і не рівномірної поверхні рідини можливо обмежити більшу частину мікрохвильового сигналу. Таку проблему можна вирішити шляхом установки труби, яка здатна забезпечити спокійну поверхню рідини в конструкції рівнеміра [3].

1.2.3. Ультразвуковий рівнемір

Ультразвуковий рівнемір прикріплюють на поверхні резервуара, звідки посилає ультразвукові імпульси до вимірюваної рідини, які поширюються в просторі зі швидкістю звуку, після чого відбиваються і повертаються назад. За допомогою приладу можливо виміряти час затримки між моментом випромінювання і прийому відбитого імпульсу. Вбудований мікропроцесор обчислює відстань до поверхні рідини. На рис. 1.5 представлено приклад установки ультразвукового рівнеміра.

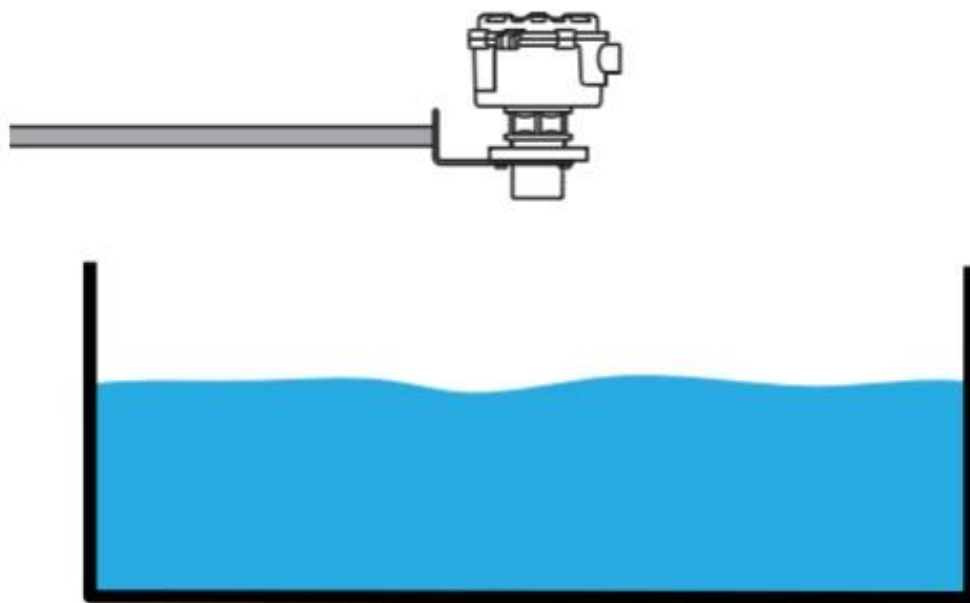


Рисунок 1.5 Приклад установки ультразвукового рівнеміра

Для початку ми вказуємо значення опорної висоти (відстань від дна резервуара до рівнеміра), після чого рівнемір обчислює рівень в резервуарі.

Ультразвуковий рівнемір встановлюється у двох випадках:

- на порожній резервуар;
- на заповнений резервуар.

Зазвичай, запуск відбувається швидко завдяки вбудованим настройкам, які забезпечують введення в експлуатацію за одну мить.

В ультразвуковому рівнемірі рухомі частини відсутні. За рахунок цього вони практично не потребують обслуговування. Частини, які мають контакт з рідиною, виготовлені з інертних фторуглеродних матеріалів.

Так як прилад безконтактний, то зміна щільності, діелектричні властивості або в'язкість середовища не впливає на результати вимірів. Він ідеально підійде для вимірювання рівня різних рідин, хімікатів. Зміна швидкості поширення ультразвукового імпульсу залежить від зміни температури процесу. Таку залежність можливо автоматично скоригувати за допомогою датчика температури. Але на результати вимірювань зміна

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ
					21

тиску процесу взагалі не впливає [3].

Принцип роботи ультразвукових рівнемірів полягає в тому, що імпульс не змінює швидкість поширення. Такі рівнеміри неможливо використовувати в процесах зі значним вакууметричним та надлишковим тисків.

Стан поверхні рідини відіграє велику роль. Піна може послаблювати відбитий ехосигнал, тому невелика турбулентність допустима.

До складу внутрішніх конструкцій ємностей відносяться труби, перемішуючі пристрої, перегородки і т.д., які спричиняють помилкові відображення. Але для уникнення таких неполадків, рівнемір має спеціальні програмні алгоритми завдяки яким відслідковується та ігнорується це відображення.

Ультразвукові рівнемір можливо застосовувати для вимірювання сипучих матеріалів у вигляді порошків або гранул, але для запуску в експлуатацію виникають труднощі через кут нахилу поверхні, великі діапазони вимірювань. Тому для роботи з сипучими матеріалами радять використовувати хвильові рівнеміри.

Перевагами ультразвукових рівнемірів вважають:

- 1) Відсутність контакту з вимірюваним середовищем;
- 2) Нема потреби частішого обслуговування;
- 3) Невелика конструкція;
- 4) Відсутні рухомі частини.

1.2.4. Буйковий рівнемір

Буйковий рівнемір прикріплюють на поверхні резервуара або на виносній камері, яка сполучається через відбори з вентилями. Конструкція рівнеміра складається з буйка, встановленого на підвісі та з'єднаного з валом. Він виконаний так, щоб бути важче, ніж вимірювана рідина. При повному зануренні буйка на підвіс впливає сила тяжіння [3]. На рис. 1.6

представлено загальний вигляд буйкового рівнеміра.

Занурення буйка у вимірюване середовище спричиняє підвищення рідини в резервуарі. На буйок впливає виштовхуюча сила, яка є пропорційною ваги рідини, витісненої буйком (закон Архімеда). Електронний перетворювач сприймає зменшення ваги буйка, і, оскільки вона є пропорційною рівню рідини, блок електроніки рівнеміра розраховує рівень рідини.

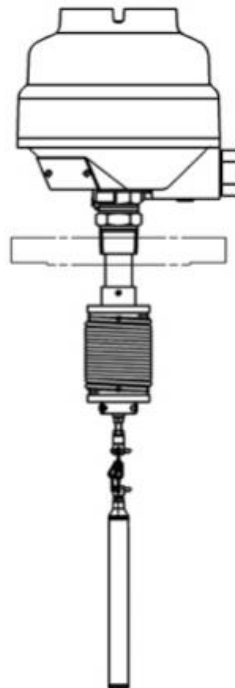


Рисунок 1.6 Загальний вигляд буйкового рівнеміра

Буйкові рівнеміри і сигналізатори досить поширені в техніці завдяки технічному обслуговуванню та калібруванню, які виконуються регулярно. Також вони здатні працювати при високих значеннях тиску і температури, є можливість вимірювання рівня границь розділу рідин навіть при важких умовах експлуатації.

Неправильність калібрування рівнеміра спричиняє похибку вимірювання рівня, яка може зростати під час зміни робочих параметрів.

При діапазоні вимірювання більше 5 м використання буйкових

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

рівнемірів є недоцільним через складність монтажу [3].

1.2.5. Радіоізотопний рівнемір

Конструкція радіоізотопного рівнеміра складається з екрана радіоізотопного джерела і приймача, що розміщуються з різних боків. Джерело випромінює гамма-промені, які проходять через стінку ємності, після чого до протилежної стінки у приймач.

Радіоізотопні сигналізатори рівня містять джерела деякого розміру, що постачають рівень радіації при відсутності матеріалу між джерелом і приймачем.

Радіоізотопні рівнеміри перебдачають величину поглинання гамма-випромінювання, що проходить від джерела до детектора через шар вимірюваного продукту. Доза опромінення обернено пропорційна кількості рідини в резервуарі.

Даний метод використовується більше 30 років.

На рис. 1.7 представлено загальний вигляд радіоізотопного рівнеміра.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ
					24

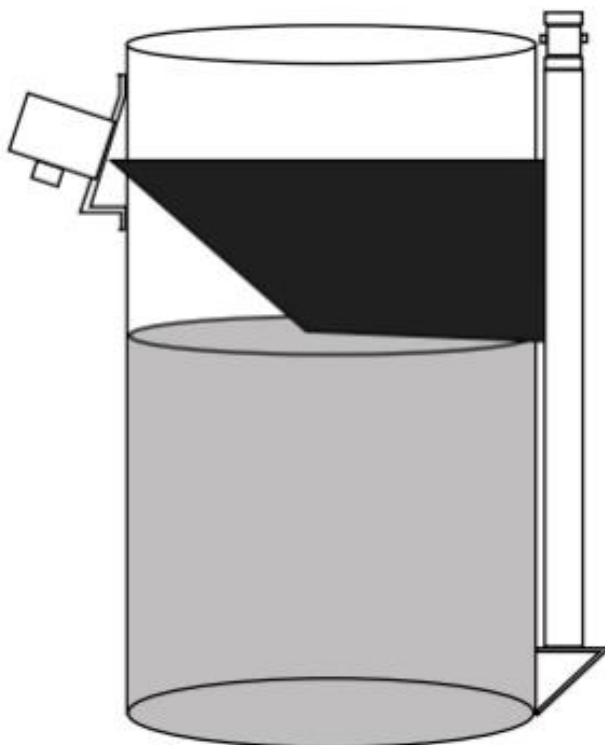


Рисунок 1.7 Загальний вигляд радіоізотопного рівнеміра

Переваги радіоізотопного методу вимірювання рівня:

- не вимагає контакту з процесом, тобто відсутність приєднань для установки приладу на резервуарі;
- безконтактність;
- рівнеміри не піддаються впливу високих температур, тисків;
- нечутливі до перемішування, засмічення або замулювання;
- застосовуються для безперервного вимірювання рівня або сигналізації рівня рідин, сипучих середовищ, а також для визначення рівня кордону розділу середовищ.

Недоліки радіоізотопного методу вимірювання рівня:

- значні коливання щільності;
- відкладення матеріалу на стінках резервуара;
- висока вартість.

1.2.6. Лазерний рівнемір

Принцип дії лазерних рівнемірів полягає в застосуванні джерела сфокусованого інфрачервоного випромінювання, яке направляється до поверхні вимірюваного середовища. Для вимірювання відстані від рівнеміра до поверхні вимірюється з високою точністю час поширення інфрачервоного випромінювання [3].

Лазерний рівнемір – це безконтактний рівнемір, який не має рухомих частин і вимагає технічного обслуговування. Він працює без помилок в непрозорих, добре відображаючих рідинах або сипких матеріалах. Лазерні рівнеміри здатні відпрацьовувати швидкі зміни рівня, а також можливе забезпечення виміру рівня на великих діапазонах. На рис. 1.8 зображено лазерний рівнемір.

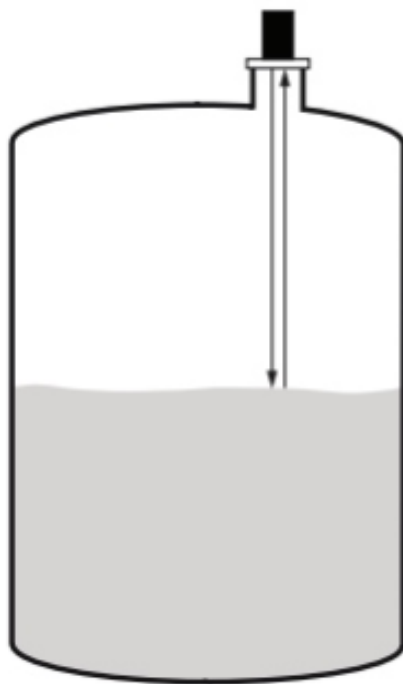


Рисунок 1.8 Лазерний рівнемір

Завдяки вузькому сфокусованому лазерному променю такі рівнеміри стають придатними для застосування з обмеженим внутрішнім простором.

Прилад повинен містити чисте захисне скло лазерного випромінювача для правильної та точної роботи. Лазерні рівнеміри не здатні працювати при

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

наявності туману або в умовах запиленості.

Виникає можливість, що промінь не відбивається від поверхні спокійних і прозорих рідин. Тому потрібно притримуватися перепендикулярності осі рівнеміра до поверхні вимірюваної рідини.

1.2.7. Магніострикційний рівнемір

Принцип роботи магніострикційних рівнемірів полягає у визначенні моменту перетину двох магнітних полів – магніт поплавка і хвилевод. Струмовий імпульс малої потужності проходить по хвилеводу і генерується електронікою, після чого виникає “скручування” чутливого елемента під час взаємодії з полем. Далі створюється ультразвукова хвиля і за допомогою електроніки рівнеміра можна виміряти час поширення.

Магніострикційні рівнеміри мають низьку похибку вимірювання (± 1 мм). Одним рівнеміром можна проводити вимірювання рівня рідини, також і рівня кордону розділу середовищ, а також температуру процесу в одній або декількох точках [3].

На рис. 1.9 зображено принцип виникнення магніострикції при взаємодії магнітних полів.

Вимірювання положення поплавця магніострикційним рівнеміром відбувається за таким принципом: підвищення похибки вимірювання викликає зміна щільності вимірюваного середовища. Поплавці при робочих умовах здатні стикатись з рідиною, тому через це вони втрачають рухливість і можуть піддаватися корозії. Через великі діапазони вимірювання рівнемірів більше, ніж 3 м, можуть виникати помилки в монтажі або виведення з ладу турбулентною поверхнею. Поплавок має магніт, здатний притягувати усі металеві частини, що перебувають в рідині і змінювати властивості.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ
					27

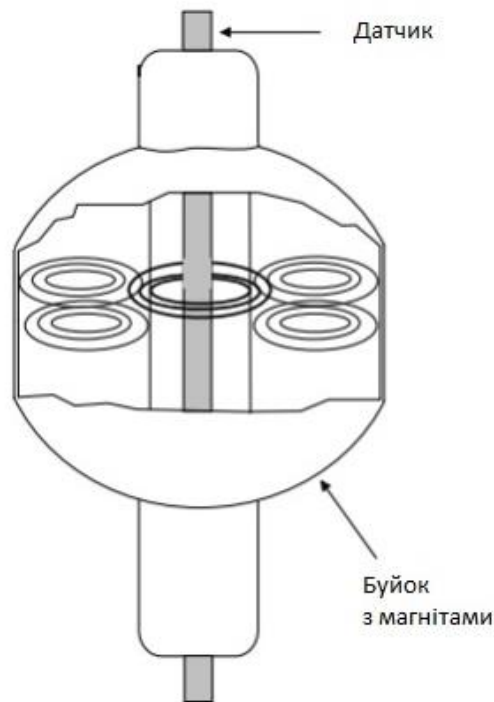


Рисунок 1.9 Виникнення магнітострикції при взаємодії магнітних полів

1.2.8. Магнітні показники рівня

Магнітним показником називають вертикальний індикатор, у складі якого є камера, встановлена на технологічному резервуарі, а для індикації рівня встановлюються колонки з візуальними показниками.

Магнітні поплавці розміщують в камері, які рухаються в двох напрямках – і вгору, і вниз з поверхнею вимірюваного середовища, після чого перемикають або переміщують показники в колонках. На перемикання магнітострикційних датчиків впливають поплавці, що мають чутливість до магнітного поля.

При виготовленні камери показника використовується немагнітний матеріал, стійкий до технологічних середовищ та здатний протистояти впливу температури і тиску. Встановлюють камеру на ємності так, щоб кількість рідини в камері збігався з кількістю рідини в резервуарі, але поверхня середовища повинна бути в камері спокійною.

До резервуара приєднують камеру через спеціальні добірні труби,

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ
					28

таких приєднань існує декілька. Рідини і межі розділу середовищ однакові, що і в технологічній ємності, якщо приєднання можуть здійснювати повідомлення камери та резервуара.

На рис. 1.10 ми бачимо, що на камері знаходиться магнітний поплавок або декілька поплавців, які працюють за таким принципом: перебувають на поверхні рідини або на рівні верхньої рідини, або на межі розділу двох рідин, враховуючи їх питому вагу. Основною частиною конструкції показчиків зазвичай є корпус, в якому розміщують колонку з роликами та прапорцями. Від магнітного поплавка крізь стінки камери проходять лінії силового поля і впливають на прапорці або ролики, після чого вони повертаються зворотньою стороною, що пофарбована в яскравий колір.

Отже, як описано вище здійснюється індикація положення поплавців у камері. В камері змінюється рівень рідини або кордону розподілу середовищ, тобто він здатний підніматися або опускатися, тому поплавець (поплавки) так само піднімаються або опускаються, а положення рівня показано на показчику. Магнітнострикційні датчики і магнітні реле будь-якого типу (герконові, встановлені на колонці) зазвичай залежать від ліній магнітного силового поля.

Взагалі, магнітні індикатори рівня використовуються, як засіб візуальної індикації рівня рідини в ємності, а також призначаються для технологічного персоналу. Основною перевагою вважається те, що перед звичайним склом у вказівнику немає технологічної рідини, ніж зникає небезпека викиду виміряної рідини в довкілля у випадку розбиття скла або через порушення ущільнення. До того ж, можливо спостерігати за рівнем з великої відстані, можливо контролювати прозорі рідини, і рівень добре відображається, якщо міститься рідини, які спричиняють забруднення чи травлення оглядового скла. Вважають, що магнітні індикатори знаходяться в експлуатації десятиліттями [3].

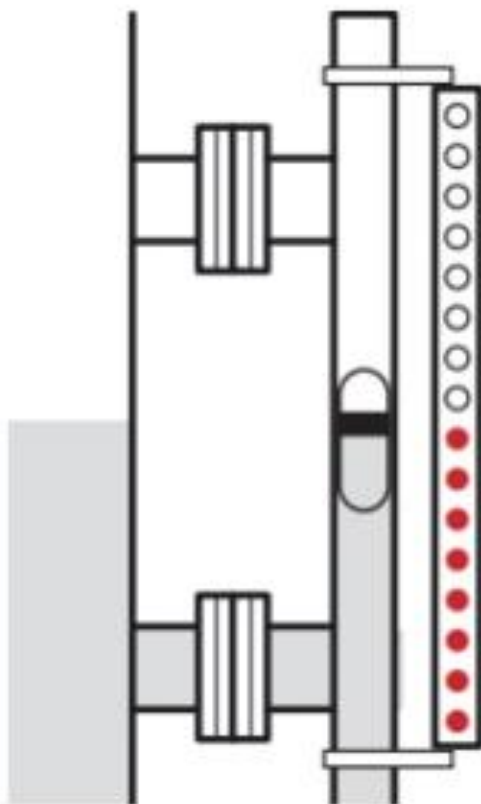


Рисунок 1.10 Магнітний індикатор рівня

Поплавці завжди застосовуються у магнітних індикаторах рівня такі, які схильні до забруднення або заклинювання. Наприклад, у середовищі містяться залізні ошурки, тому їх можна захоплювати магнітами, але після цього відбувається застрягання поплавка. До того ж, липке середовище, що містить речовини, подібні парафіну, може спричинити застрягання і зависання поплавка (поплавців), якщо температура камери стане нижче температури технологічного процесу. Поплавці можна пошкодити у таких випадках:

- під час очищення паром;
- в ході запуску або зупинки технологічного процесу;
- під час гідравлічних випробувань.

Поплавок-супутник застосовують не часто у магнітних індикаторах. Він має можливість переміщатися, а також магнітно пов'язаний з основним

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

поплавком. Індикатор повертається у початковий стан у тому випадку, коли відбувається порушення зв'язку основного поплавка з поплавком-показником. Конструкція індикаторів "прапорця" типу порівняно стійка до подібних явищ.

Існують умови, за яких основними правилами котлонагляду передбачається обов'язковий контроль рівня вимірюваного середовища. За таких обставин магнітні індикатори не використовують.

На конструкцію поплавка безпосередньо впливають такі чинники: тиск в резервуарі, питома вага технологічної рідини при всіх можливих робочих температурах. Найбільш складним процесом вважається, коли відбувається поєднання високої температури, високого тиску і низької питомої ваги, тому при таких обставинах застосовують магнітні індикатори при певній температурі 538°C, з тиском до 275 бар, а в рідинах з питомою вагою нижче 0,4.

1.3. Хімічний склад і фізичні властивості легких вуглеводнів

Широкою фракцією легких вуглеводнів (ШФЛУ) називається продукт переробки попутного нафтового газу та газового конденсату.

До ШФЛУ відноситься суміш зріджених вуглеводневих газів та більш важкі вуглеводні (C_2 - C_6 і т.д.).

Широка фракція – легкозакипаюча і легкозаймиста вибухонебезпечна рідина, що має 4 клас токсичності.

Певна газова суміш розділяється за температурою скраплення на спеціальних установках низькотемпературної конденсації. При цьому метан при атмосферному тиску має перехід у рідкий стан при такій температурі приблизно -161,6 °C, етан – -88,6 °C, пропан – -42 °C, бутан – -0,5 °C.

Після охолодження газової суміші на низькотемпературній конденсації починає конденсуватися рідина, до складу якої входять пропан, бутан та ще важчі елементи, а метан і етан навпаки може залишатися в газоподібному стані [4].

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Широка фракція легких вуглеводнів (ШФЛУ) має назву рідини через те, що є сумішшю речовин з деяким числом атомів вуглецю 2 або більше – фракція C_{2+} .

Фракцію C_{2+} найбільш за все вважають легкими вуглеводнями з числом атомом вуглецю до 5.

Попутний нефтяний газ має велику кількість фракцій C_{2+} і вважається основною сировиною для отримання широких фракцій легких вуглеводнів, але обсяги видобутку є нижчими залежно від обсягів природного газу.

Наприклад, вміст етану в природному газі становить приблизно 4 - 8%, пропану - до 3%, бутану - до 2,5%. Але вважають, що це виділяється з природного газу внаслідок певних технічних вимог до змісту цих елементів для прийняття на транспортування по спеціальній газотранспортній системі.

Внаслідок сепарації попутного нафтового газу з'являється на виході не тільки рідка широка фракція легких вуглеводнів, а також міститься сухий відбензинений газ та газовий бензин.

Сухий відбензинений газ застосовується зазвичай під час генерації електроенергії, а газовий бензин використовують поширено для виробництва моторного палива.

Суміш, що виділяється з ШФЛУ з місткістю компонентів пропану-бутану можуть використовувати, як газомоторне паливо, що є альтернативою звичайному бензину та дизельному паливу.

Широку фракцію легких вуглеводнів ще використовують в якості сировини на нафтохімічних підприємствах для отримання індивідуальних вуглеводнів під час первинної переробки та широкого ряду даної продукції при подальшій переробці індивідуальних вуглеводнів.

Широкою фракцією легких вуглеводнів називають основну сировину на нафтохімічних підприємствах, де виробляють цілий спектр продуктів, таких як – каучук, пластмас, етанол, розчинники, компоненти у високооктанових бензинах [4].

Мета застосування складу газів ШФЛУ:

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

- контроль для вимірювальної точності;
- контроль метрологічних характеристик та її відповідність;
- механізація тваринницьких ферм вимірювальних приладів;
- випробування нових приладів.

Також використовують в таких сферах діяльності, де присутній аналіз і проведення державного контролю продукту, інших облікових операцій загалом.

Як описано вище, ШФЛУ дуже поширена на сьогодні. Під час газофракціювання вона дозволяє отримати такі газові суміші:

- ізобутан;
- ізобутилен;
- пентан;
- суміш пропан-бутану;

Застосування процесу піролізу дозволяє отримувати з суміші олефіни, що використовуються в подальшій переробці. Результат отримання – готові пластики і полімери, що є і нині.

У фізиці нафта – розчин газоподібних і твердих вуглеводнів у рілині. Нафта, яка видобувається в природі з надр Землі має безліч газових частинок (метан).

Для аналізу нафти витрачається величезна кількість часу. Тому для проведення технологічних розрахунків (визначення якості продуктів, сировини) застосовують технологічний аналіз, який показує дані хімічних та фізичних властивостей нафтопродуктів. За допомогою таких важливих аспектів метод спрямований на можливість охарактеризувати особливості нафтопродуктів при різних умовах експлуатації, надати рекомендації щодо раціонального використання [5].

На сьогодні виділяють та використовують методи:

- фізико-хімічні (спектроскопія, потенціометричні титрування, рефрактометрія);
- хімічні;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ
					33

- спеціальні (корозійна активність, температура спалаху, октанові та цетанові числа моторних палив);

- фізичні (теплота згорання, кипіння, в'язкість, замерзання, деякі умовні показники).

З фізики ми знаємо, що щільність нафти залежить від багатьох факторів таких, як:

- хімічна природа;
- фракційний склад;
- кількість смолистих речовин;
- глибина залягання;
- кількість розчинених газів та ін.

Винятками можна вважати вторинні явища, як міграція легкої нафти у більш високі межі залягання.

Застосовують такі методи для визначення щільності нафти і нафтопродуктів:

- метод зваженої краплі;
- гідростатичні ваги;
- нефтеденсіометри.

Щільність також застосовують при знаходженні вуглеводного або структурно-групового складу нафтових фракцій [5].

Легка нафта має меншу в'язкість менше в залежності від важких. Зменшення відбувається за рахунок підвищення температури через те, що відстань між молекулами зростає. Внаслідок цього у транспортуванні по трубопроводах та видобутку важкої нафти необхідно підігрівати. Наприклад, в'язкість важких нафт може наближатися до в'язкості легких при умові, що буде 80-100 °С.

На сьогодні найбільш поширеним є кінематична в'язкість, яка використовується під час характеристики в'язкості нафт і нафтопродуктів. Вона дорівнюватиме відношенню динамічної в'язкості до щільності рідини при певній температурі.

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Складні суміші (нафта, нафтопродукти) не мають однієї деякої точки застигання чи точки плавлення. В цьому випадку можлива лише наявність температурного інтервалу як застигання і одночасно плавлення. Щоб нафтопродукти виконували процес застигання і плавлення, зазвичай пропонують декілька проміжних стадій – загустіння, розм'якшення. Для застигання рідкої нафти необхідна температура – $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Бувають випадки, коли відбувається застигання при невеликому охолодженні при температурі – $+11\text{ }^{\circ}\text{C}$. Існує закономірність: чим більше нафта містить твердих парафінів, тим вона швидше застигне при високій температурі.

Бензин застигне при температурі до $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$, а можливо і нижче так як має найменшу температуру. Після нього по черзі визначають газ, легкі та важкі олії.

Існує такі агрегатні стани природних речовин:

- твердий;
- рідкий;
- газоподібний;
- плазма.

У агрегатних станах є свої властивості, що характеризуються деякою внутрішньою структурою речовини. Під час переходу з твердого стану в рідкий відбувається плавлення, а з рідкого в газоподібний - випаровування. Тверде тіло містить молекули речовини, що змінюють своє положення за рахунок коливань в кристалічній решітці. При наданні кристалу повідомити енергії, коливання будуть посилюватися, тому кристалічна решітка руйнується. Температура залежить від тиску, і лише при деяких умовах може бути фазовий перехід з твердого стану в рідкий. Вважають, що температура плавлення підвищується при зростанні тиску [5].

Зазвичай вода розчиняється в бензині більше, ніж розчинність бензину у воді.

Розчинність води може різко знижуватися лише тоді, коли збільшується щільність нафтопродуктів. А якщо один і той самий

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

нафтопродукт, то під час підвищення температури можливо зростання розчинення води.

Розчинність води і нафтопродуктів відіграє важливу роль та займає особливе практичне значення, наприклад, може відбуватися виділення з моторного палива мікрокраплі, що розчинені в ньому у вигляді води або кристалів льоду, і це надає великі неполадки та складність, небезпечність роботи двигунів.

Величезна кількість з'єднань утворюється при зв'язку вуглецю та водню, які є абсолютно різні за своїм хімічним складом, особливостями і властивостями.

Нафтові вуглеводні в промисловості для зручності поділяють на такі підгрупи [6]:

- 1) Алкани (метанова група) – насичені вуглеводні так як усі наявні валентні зв'язки є задіяними. Вони не можуть вступати з іншими сполуками в хімічні реакції, тому їх ще називають інертними. Алкани мають структуру – лінійну або розгалужену, так само нормальні алкани чи ізоалкани.
- 2) Циклани (нефтені група) – п'яти або шестигранне кільце, до складу якого входять атоми вуглецю. Циклани характеризуються замкнутою в ланцюг циклічною структурою. Така група може представляти ще насичені зв'язки та хімічні реакції з елементами не відбуваються.
- 3) Арени (ароматична група) – це шестигранні цикли, основною складовою якого є ароматичне бензольне ядро. Між атомами відбуваються подвійні зв'язки. Така група буває моноциклічною, біциклічною чи поліциклічною.

Нафта має фізичні та хімічні властивості, за якими виділяють основні види її складу: елементний, фракційний та хімічний.

При елементному складі нафти, властивості повністю залежать від родовища і коливаються у великих межах.

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Таким чином, під час хімічного аналізу виявлено, що у складі нафти міститься вуглець і водень. Але не зважаючи на ці елементи, вона має ще сірку, кисень та азот. Загальна кількість – 0,5-8 %. Буває так, що у нафті знаходять такі елементи (метали): ванадій, натрій, молібден, мідь, залізо, кобальт, калій, алюміній, стронцій, бор, йод та ін. Загальна кількість металів може перевищувати 0,02-0,03 % від маси нафти.

Вище перелічені елементи утворюють різні класи хімічних сполук, які відносяться до складу нафти.

Вуглеводні є головним класом хімічних сполук нафти, але разом з тим присутні ще інші хімічні сполуки.

У нафті загалом сірка міститься завжди. Сірчасті сполуки бувають досить різноманітні. Нафта, що містить вільну сірку, яка при довгому зберіганні перетворюється в аморфну масу при випаданні з резервуара. Буває так, що сірка може знаходитися в нафтах і нафтопродуктах у зв'язаному стані [5].

Нафту, яку видобувають на промислах має у складі розчинені гази, механічні домішки у вигляді піску і глини (до 0,15%), воду (до 50%), солі (від 0,0001 до 10 г / дм³). Для того, щоб збільшити нафтовіддачу нафтового пласту, запобігти появи корозії обладнання, відкладання парафінів і солей застосовують певні методи. Бувають випадки, коли до нафти потрапляють небажані елементи, що порушують вимірюване середовище. Тому проводять необхідну та відповідну підготовку (стабілізація, зневоднення та ін.) для забезпечення потрібної якості нафти, для подальшого транспортування і переробки в промисловості.

Нафта і нафтопродукти сучасними засобами перегонки неможливо поділити на спеціальний зв'язок з абонентом. Такий спосіб підготовлюють під час перегонки на окремі певні частини, кожен з яких відносять до менш складних сумішей. Такими частинами називають фракції (дистиляти), що є групою вуглеводнів, в якій відбувається процес википання в деякому діапазоні температур.

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Фракції з нафти та нафтопродуктів незалежно від інших індивідуальних сполук, не можуть мати постійну температуру кипіння. Процес кипіння відбувається в деяких діапазонах температури. Отже, і присутність температури початку і кінця кипіння. Такі температури, вказані у попередньому, залежать від хімічного складу фракції нафтопродуктів [5].

Різні фракції, що можуть википати при певних температурних режимах є фракційним складом нафти і нафтопродуктів.

Щоб визначити фракційний склад нафти та їх окремих частин на практиці у багатьох лабораторіях загалом поширюються все більше такі методи перегонки як:

- низькотемпературна ректифікація, що здійснюється тільки для зріджених газів і фракцій вуглеводнів, температура кипіння складає нижче 20 °С;
- середньотемпературна перегонка, яка застосовується для нафтопродуктів при температурі кипіння до 350 °С;
- вакуумна перегонка, що здійснюється для рідин у процесі кипіння при температурі вище 350 °С;
- молекулярна дистиляція, що застосовується для високомолекулярних речовин;
- поширений метод одноразового випаровування;
- важливою складовою частиною моторного палива і масел є нафтові вуглеводні, адже автомобільних бензинам вони можуть надавати високі та надійні експлуатаційні властивості.

Великого поширення набули нафтові вуглеводні легких фракцій нафт, так як їх застосовують як сировину під час отримання ароматичних вуглеводнів і бензолу. Такі фракції наведені вище під час процесу каталітичного риформінгу перетворюються в ароматичні [5].

Щоб виміряти кількість витрати сирої обводненої нафти, необхідно застосувати турбінні лічильники після сепарації газу, коли вона надходить з свердловин по трубопроводах. Якщо на групових ділянках збирання, то

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

лише після скидання води. Забезпечення вимірювання продукції в Україні нормується чинними нормативно-технічними документами.

При таких умовах називають потік сирової нафти негетерогенним, так як прокачується через певні лічильники. До того ж, нафта містить залишковий розчинений газ.

На сьогодні найбільш широко використовують схеми вузлів обліку з турбінними лічильниками для сирової, а також ще товарної нафти. Слід не забувати про параметри потоку нафти в трубопроводі – залишковий газовміст, залишковий водовміст, густина, тиск, в'язкість різних фаз і температура. Це потрібно для того, щоб використати схеми вузлів обліку, які застосовуються з метою забезпечення заданої точності при певних комерційних та технологічних вимірюваннях. Розроблено багато методик вимірювань, що мають оформлення галузевих стандартів зі встановленими алгоритмами та обробками результатів, а також проведений аналіз технологічних регламентів на перекачування нафти через вузли обліку.

Завдяки періодичній перевірці лічильників та додаткових приладів на спеціальних стендах або трубопоршневих установках можливо гарантувати точність вимірів на вузлах обліку. Трубопоршнева установка і вузол якості, що здійснює заміри води, густини, солей і механічних домішок використовуються у комплектуванні комерційних вузлів обліку товарної нафти.

Завжди в'язкість рідини залежить від водовмісту, об'ємного коефіцієнта нафти в робочих умовах, а також від в'язкості дегазованої нафти та води. А такі в'язкості, слід враховувати, що залежать від густини нафти ρ_n та густини води ρ_v , багатьох інших параметрів [7].

Необхідно постійно контролювати параметри потоку, склад сирової нафти та води, в цьому і полягає складність вимірювання витрати сирової нафти.

Через зміну складу та деяких параметрів продукту та водовмісту в таких межах – 10-40 %, виникає оперативна технологічна похибка

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

вимірювання кількості нафти і води, що складає приблизно 2,5-5 %.

Отже, робимо висновок, що вузли обліку сирої нафти з параметрами перекачування не можуть використовуватися для госпрозрахунків без контрольних засобів через те, що змінюються. Тому можуть бути тільки оперативними.

Завдяки точним засобам, наприклад, системам виміру рівня і об'єму в буферному резервуарі перед вузлом обліку можливо підвищити точність вимірювання витрати лічильника та кількості турбінними лічильниками в робочих умовах.

Існують варіанти для покращення вузлів обліку з турбінними лічильниками, одним з яких для роздільного визначення кількості нафти і води застосовують введення в дану систему вологоміра, що містить перерахунковий пристрій. А інший варіант полягає у введенні установки зважування (місткість на тензобагах), у складі якої є спеціальна трубопровідна обв'язка, що дає можливість провести вимірювання за допомогою вузла обліку, і загалом за допомогою такої установки.

Отримані контрольні вимірювання, що проводяться на установці зважування допоможуть визначати необхідні коефіцієнти. Їх вводять одразу в результати вимірювань за допомогою вузла обліку для виправлення похибок, що виникають.

Для підвищення точності вимірювань та обліку сирої нафти можливо під час заміни вузла обліку системою обліку, у складі якої знаходяться – установка зважування з місткістю 200 м³ і трубопровідна обв'язка.

При поперемінному наповненні та відкачуванні з кожної ємності установки зважування з'являється можливість виміряти масу продукту при цьому не враховуючи температуру, розчинений газ і тиск. У комплекті такої установки є набір апаратури керування, контроль складу (пробовідбірник) та рівнемір, що застосовується для контролювання об'єму рідини. Систему обліку вважають подвійною, так як наповнення порцією – приймання, а зливання порції продукту – здавання.

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Витрата і кількість сирової нафти вимірюють в одиницях маси, а склад лише за результатами аналізу проб рідини [7].

Система визначатиме параметри потоку продукту – витрата маси продукту, маса порції продукту установки зважування (при наливанні – прийманні), маса порції продукту установки зважування (при зливанні – здаванні), маса злитих порцій продукції та провід порцій.

При наявності рівнеміра можливо визначити середню густину порції вже набраного продукту, при цьому контролюючи вміст сирової нафти, якщо відома густина нафти та води.

Вузол обліку сирової нафти з турбінним лічильником, пробовідбірним пристроєм містить складну систему вимірів, контролю. Неможливо застосувати комерційну похибку обліку, що складає 0,5 % [7].

Слід проводити безперервний контроль обводненості з наявністю поточного вологоміра, при цьому обробляти результати в перерахунковому пристрої, щоб підвищити точність виміру нафти вузлом обліку з турбінним лічильником.

Також для підвищення точності застосовують такий метод: додають до вузла буферний резервуар з спеціальною системою відстоювання та зливання води.

Вузол обліку сирової нафти з турбінним лічильником зв'язують з установкою зважування, щоб забезпечити високу надійність, при цьому з'єднують послідовно і визначають поправкові коефіцієнти для розрахунку кількості сирової нафти.

Є ще один спосіб підвищити надійність. Вона полягає у заміні вузла обліку сирової нафти з турбінним лічильником на установки зважування з вузлом обліку, додаючи рівнемір з порціями.

Вище перелічені способи мають аналізуватися за економічним розрахунком, тобто має враховуватися вартість впровадження обладнання, а також вартість витрат неврахованого продукту [7].

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Висновки

У розділі було розглянуто методи та засоби вимірювання рівня в багатофазному середовищі. Основні відмінності – принцип роботи приладів, технологія використання.

Нині облік системи легких вуглеводнів є поширеною темою в багатьох сферах діяльності.

Широку фракцію легких вуглеводнів використовують в якості сировини на нафтохімічних підприємствах для отримання індивідуальних вуглеводнів під час первинної переробки та широкого ряду даної продукції при подальшій переробці індивідуальних вуглеводнів.

Також використовують в таких сферах діяльності, де присутній аналіз і проведення державного контролю продукту, інших облікових операцій загалом.

Можна зробити висновок, що розробка в магістерській дисертації за відповідною темою є доцільною на сьогодні.

				МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	42

2. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

2.1. Задача аналізу

Розглянемо систему, яка складається з трубки у складі якої є 10 датчиків Honeywell.

Різниця тисків знаходиться за формулою (2.1):

$$\Delta p_i = \rho g h_i, \quad (2.1)$$

де Δp_i – різниця тисків,

ρ – густина вимірюваної рідини,

g – прискорення вільного падіння,

h_i – відстань від датчика до межі заповнення рідини.

Візьмемо три точки з різними фракціями.

Якщо точка знаходиться в межі першої фракції, наприклад, $z [H_0, H_0 - h_1]$, то отримаємо таке рівняння (2.2):

$$\Delta p = \rho_3 g (h_3 - h_2) + \rho_2 g (h_2 - h_1) + \rho_1 g (h_1 - H_0 + z), \quad (2.2)$$

де z – відстань від датчика до межі заповнення рідини,

H_0 – висота цистерни,

h_1, h_2, h_3 – відстань від глибини до межі кожної фракції відповідно,

ρ_1, ρ_2, ρ_3 – густина трьох фракцій відповідно.

Якщо точка знаходиться в межі другої фракції, наприклад, $z [H_0 - h_1, H_0 - h_2]$, то отримаємо таке рівняння:

$$\Delta p = \rho_3 g (h_3 - h_2) + \rho_2 g (h_2 - H_0 + z).$$

Якщо точка знаходиться в межі третьої фракції, наприклад, $z [H_0 - h_2, H_0 - h_3]$, то отримаємо таке рівняння:

$$\Delta p = \rho_3 g (h_3 - H_0 + z).$$

Якщо точка знаходиться не у вимірюваному середовищі, наприклад, $z [H_0 - h_3, H_0]$, то отримаємо таке рівняння:

$$\Delta p = 0.$$

Можна сказати, що $z_1 > z_2 > z_3 > \dots > z_i$, а $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 > \dots > \rho_i$ так як під час осідання, на глибині буде знаходитися більша густина ρ вимірюваного середовища, а також більша відстань z між датчиком і верхнім положенням трубки.

2.2. Задача вимірювання

Візьмемо, наприклад, 3 датчики, за якими знайдемо h_1, h_2, h_3 - відстані від дна резервуару до верхньої межі однієї фракції, якщо маємо відомі величини ρ_1, ρ_2, ρ_3 .

Отримаємо такі рівняння (2.3, 2.4, 2.5):

$$\Delta p_1 = \rho_3 g(h_3 - h_2) + \rho_2 g(h_2 - h_1) + \rho_1 g(h_1 - H_0 + z_1), \quad (2.3)$$

$$\Delta p_2 = \rho_3 g(h_3 - h_2) + \rho_2 g(h_2 - H_0 + z_2), \quad (2.4)$$

$$\Delta p_3 = \rho_3 g(h_3 - H_0 + z_3). \quad (2.5)$$

З рівняння (2.5) знайдемо h_3 :

$$h_3 = \frac{\Delta p_3}{\rho_3 g} + H_0 - z_3.$$

З рівняння (2.4) знайдемо h_2 :

$$h_2 = \frac{\Delta p_2 - \rho_3 g h_3 - \rho_2 g(-H_0 + z_2)}{\rho_2 g - \rho_3 g}.$$

З рівняння (2.3) знайдемо h_1 :

$$h_1 = \frac{\Delta p_1 - \rho_3 g(h_3 - h_2) - \rho_2 g h_2 - \rho_1 g(-H_0 + z_1)}{-\rho_2 g + \rho_1 g}.$$

Далі складемо систему рівнянь з 6 датчиків, кожні 2 з яких попадатимуть в одну фракцію, тоді система має вигляд (2.6):

$$\begin{cases} \Delta p_1 = \rho_3 g(h_3 - h_2) + \rho_2 g(h_2 - h_1) + \rho_1 g(h_1 - H_0 + z_1) \\ \Delta p_2 = \rho_3 g(h_3 - h_2) + \rho_2 g(h_2 - h_1) + \rho_1 g(h_1 - H_0 + z_2) \\ \Delta p_3 = \rho_3 g(h_3 - h_2) + \rho_2 g(h_2 - H_0 + z_3) \\ \Delta p_4 = \rho_3 g(h_3 - h_2) + \rho_2 g(h_2 - H_0 + z_4) \\ \Delta p_5 = \rho_3 g(h_3 - H_0 + z_5) \\ \Delta p_6 = \rho_3 g(h_3 - H_0 + z_6) \end{cases} \quad (2.6)$$

Бачимо, що у даному випадку ми маємо невідомі $\rho_1, \rho_2, \rho_3, h_1, h_2, h_3$.

Візьмемо систему рівнянь 5 та 6 датчиків, отримаємо (2.7):

$$\begin{cases} \Delta p_5 = \rho_3 g(h_3 - H_0 + z_5) \\ \Delta p_6 = \rho_3 g(h_3 - H_0 + z_6) \end{cases} \quad (2.7)$$

З системи рівнянь (2.7) знайдемо ρ_3 :

$$\rho_3 = \frac{\Delta p_5}{g(h_3 - H_0 + z_5)}.$$

Методом підстановки в системі рівнянь (2.7), знайдемо h_3 :

$$\begin{aligned} \Delta p_6 &= \frac{\Delta p_5 g(h_3 - H_0 + z_6)}{g(h_3 - H_0 + z_5)}, \\ \Delta p_6(h_3 - H_0 + z_5) &= \Delta p_5(h_3 - H_0 + z_6), \\ h_3 &= \frac{\Delta p_5(H_0 - z_6) - \Delta p_6(H_0 - z_5)}{\Delta p_5 - \Delta p_6}. \end{aligned}$$

Візьмемо систему рівнянь 3 та 4 датчиків, отримаємо (2.8):

$$\begin{cases} \Delta p_3 = \rho_3 g(h_3 - h_2) + \rho_2 g(h_2 - H_0 + z_3) \\ \Delta p_4 = \rho_3 g(h_3 - h_2) + \rho_2 g(h_2 - H_0 + z_4) \end{cases} \quad (2.8)$$

З системи рівнянь (2.8) знайдемо ρ_2 :

$$\begin{aligned} \Delta p_3 - \Delta p_4 &= \rho_2 g((h_2 - H_0 + z_3) - (h_2 - H_0 + z_4)), \\ \rho_2 &= \frac{\Delta p_3 - \Delta p_4}{g(z_3 - z_4)}. \end{aligned}$$

Сумуємо систему рівнянь (2.8) і отримаємо вираз (2.9):

$$\Delta p_3 + \Delta p_4 = \rho_2 g(2h_2 - 2H_0 + z_3 + z_4) + 2\rho_3 g(h_3 - h_2). \quad (2.9)$$

Знайдемо з виразу (2.9) значення h_2 :

$$h_2 = \frac{\Delta p_3 + \Delta p_4 - \rho_2 g(-2H_0 + z_3 + z_4) - 2\rho_3 g h_3}{2g(\rho_2 - \rho_3)}.$$

Візьмемо систему рівнянь 1 та 2 датчиків, отримаємо (2.10):

$$\begin{cases} \Delta p_1 = \rho_3 g(h_3 - h_2) + \rho_2 g(h_2 - h_1) + \rho_1 g(h_1 - H_0 + z_1) \\ \Delta p_2 = \rho_3 g(h_3 - h_2) + \rho_2 g(h_2 - h_1) + \rho_1 g(h_1 - H_0 + z_2) \end{cases} \quad (2.10)$$

З системи рівнянь (2.10) знайдемо ρ_1 :

$$\Delta p_1 - \Delta p_2 = \rho_1 g((h_1 - H_0 + z_1) - (h_1 - H_0 + z_2)),$$

$$\rho_1 = \frac{\Delta p_1 - \Delta p_2}{g(z_1 - z_2)}.$$

Сумуємо систему рівнянь (2.10) і отримаємо вираз (2.11):

$$\Delta p_1 + \Delta p_2 = \rho_1 g(2h_1 - 2H_0 + z_1 + z_2) + 2\rho_3 g(h_3 - h_2) + 2\rho_2 g(h_2 - h_1), \quad (2.11)$$

Знайдемо з виразу (2.11) значення h_1 :

$$h_1 = \frac{\Delta p_1 + \Delta p_2 - \rho_1 g(-2H_0 + z_1 + z_2) - 2\rho_2 g h_2 - 2\rho_3 g(h_3 - h_2)}{2g(\rho_1 - \rho_2)}.$$

2.3. Задача калібрування

Калібрування проводимо за методом найменших квадратів, щоб знайти z_i .

Нехай наш резервуар буде наповнений водою, густину якої ми знаємо. Тоді припускаємо, що $H_{\text{кал}}$ – відома величина.

Формула має такий загальний вигляд:

$$\Delta p_i = \rho_{\text{води}} g(H_{\text{кал}} - z_i)$$

Для датчиків можна розписати так:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta p_1 = \rho_{\text{води}} g(H_{\text{кал}} - z_1) \\ \Delta p_2 = \rho_{\text{води}} g(H_{\text{кал}} - z_2) \\ \Delta p_3 = \rho_{\text{води}} g(H_{\text{кал}} - z_3) \\ \Delta p_4 = \rho_{\text{води}} g(H_{\text{кал}} - z_4) \\ \Delta p_5 = \rho_{\text{води}} g(H_{\text{кал}} - z_5) \\ \Delta p_6 = \rho_{\text{води}} g(H_{\text{кал}} - z_6) \\ \Delta p_7 = \rho_{\text{води}} g(H_{\text{кал}} - z_7) \\ \Delta p_8 = \rho_{\text{води}} g(H_{\text{кал}} - z_8) \\ \Delta p_9 = \rho_{\text{води}} g(H_{\text{кал}} - z_9) \\ \Delta p_{10} = \rho_{\text{води}} g(H_{\text{кал}} - z_{10}) \end{array} \right.$$

2.4. Оцінка метрологічної якості

Різниця тисків знаходимо за формулою (2.12):

$$\Delta p = \rho g h, \quad (2.12)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ
					46

де ρ – густина вимірюваної рідини,

g – прискорення вільного падіння,

h – відстань від датчика до межі заповнення рідини.

З формули (2.12) знайдемо h :

$$h = \frac{\Delta p_x}{\rho_x g_x}. \quad (2.13)$$

З формули (2.13) знайдемо g_x :

$$g_x = \frac{\Delta p_x}{\rho_y h_y}. \quad (2.14)$$

З формули (2.14) отримаємо:

$$h_y = z_1 - z_2 = \frac{\Delta p'_k}{\rho_k g_k} - \frac{\Delta p''_k}{\rho_k g_k},$$

$$h = \frac{\Delta p_x}{\frac{\Delta p_y}{g_y h_y} g_x} = \frac{\Delta p_x \left(\frac{\Delta p'_k}{\rho_k g_k} - \frac{\Delta p''_k}{\rho_k g_k} \right)}{\Delta p_y \frac{g_x}{g_y}},$$

$$\delta p = \sqrt{\Delta \delta p_0^2 + 2 \delta g_0^2 + 2 \delta \rho_k^2}.$$

Висновки

У даному розділі був проведений розрахунок математичної моделі системи обліку легких вуглеводнів.

За основу розрахунку взято розглянуто датчики Honeywell, які розташовані на трубці. Розрахунок проведений за трьома задачами: задача аналізу, задача вимірювання та задача калібрування.

3. РОЗРАХУНОК ВАГОВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Розробимо структурну схему, що показана на рисунку 3.1.

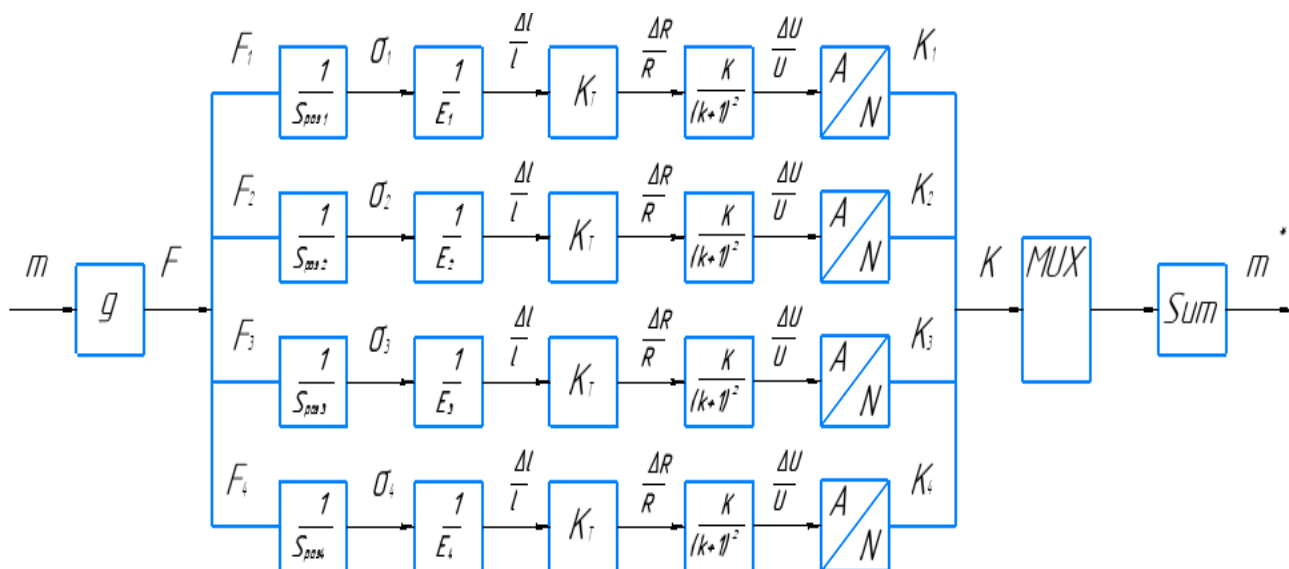


Рисунок 3.1 Структурна схема

Для розрахунку ваги цистерни з рідиною застосовуємо чотири ваговимірювальних датчика такого типу як показано на рисунку 3.2.

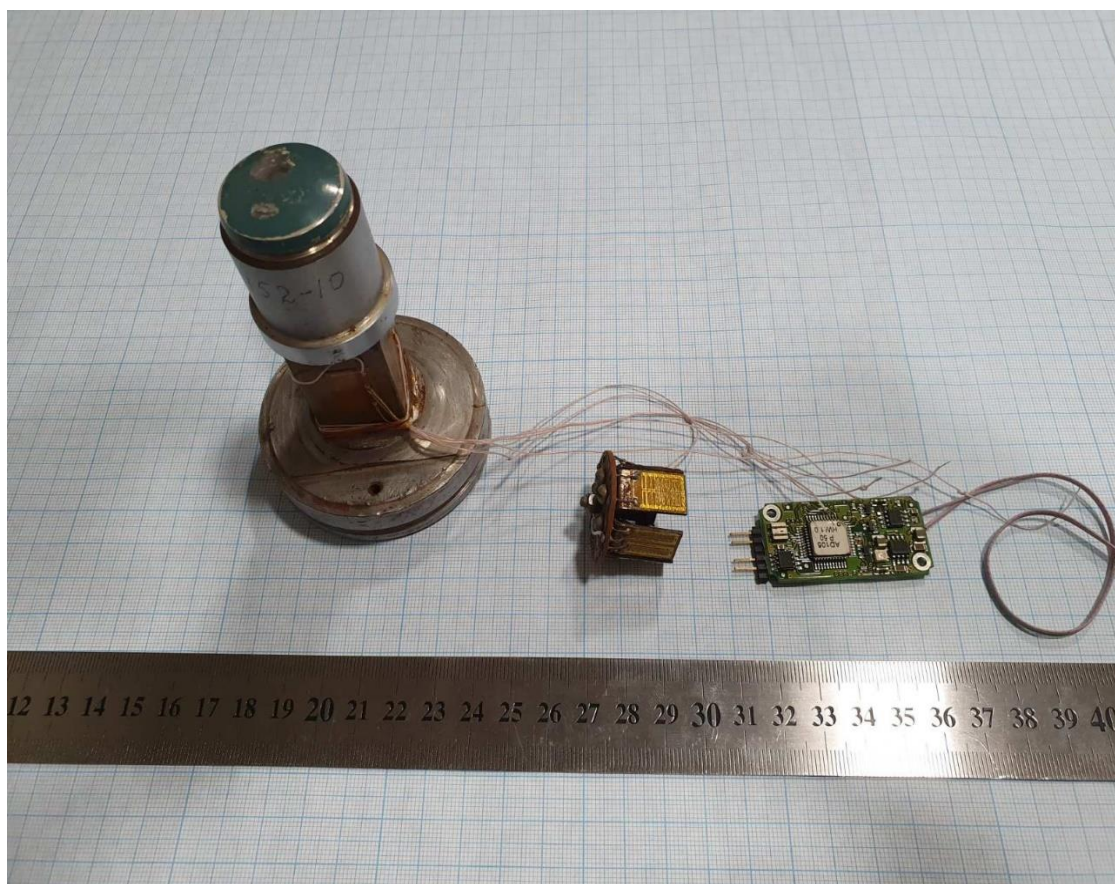


Рисунок 3.2 Ваговимірювальний датчик

Далі розраховуємо елементи тензорезистора. На рисунку 3.3 зображено мостову схему.

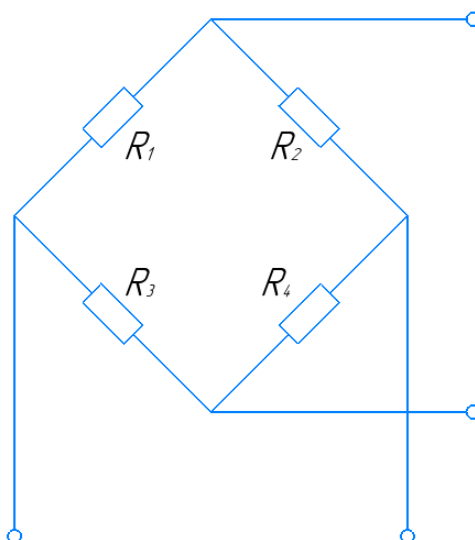


Рисунок 3.3 Мостова схема

Напруга на виході $U_{\text{вих}}$ знайдемо за формулою (3.1):

$$\frac{U_{\text{жив}} \cdot R_1}{R_1 + R_2} - \frac{U_{\text{жив}} \cdot R_3}{R_3 + R_4} = U_{\text{вих}}, \quad (3.1)$$

$$U_{\text{вих}} = U_{\text{жив}} \cdot \frac{R_1 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_4 - R_1 \cdot R_3 - R_2 \cdot R_3}{(R_1 + R_2) \cdot (R_3 + R_4)},$$

де R_1, R_2, R_3, R_4 – питомі опори резисторів відповідно,

$U_{\text{жив}}$ – напруга живлення,

$U_{\text{вих}}$ – напруга на виході.

З формули (3.1) знаходимо робочий коефіцієнт перетворення (РКП):

$$\frac{U_{\text{вих}}}{U_{\text{жив}}} = \text{РКП} = \frac{R_1 \cdot R_4 - R_2 \cdot R_3}{(R_1 + R_2) \cdot (R_3 + R_4)}.$$

Звідси зробимо перетворення:

$$\text{РКП} = \frac{(R_1 + \Delta R_1)R_4 - R_2 \cdot R_3}{(R_1 + R_2) \cdot (R_3 + R_4)} - \frac{R_1 \cdot R_4 - R_2 \cdot R_3}{(R_1 + R_2) \cdot (R_3 + R_4)},$$

$$\text{РКП} = \frac{\Delta R_1 \cdot R_4}{(R_1 + R_2) \cdot (R_3 + R_4)},$$

$$\text{РКП} = \frac{\frac{\Delta R_1}{R_1} \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_4}{R_4}}{\left(\frac{R_1 + R_2}{R_2}\right) \left(\frac{R_3 + R_4}{R_4}\right)} = \frac{K}{(K + 1)^2} \cdot \frac{\Delta R_1}{R_1},$$

$$\text{РКП} = \frac{K}{(K + 1)^2} K_T \cdot \left(\frac{\Delta l_1}{l_1} + \frac{\Delta l_4}{l_4} - \frac{\Delta l_2}{l_2} - \frac{\Delta l_3}{l_3} \right),$$

Після перетворень отримаємо формулу знаходження РКП (3.2):

$$\text{РКП} = \frac{K}{(K + 1)^2} = K_T \cdot 2 \cdot (1 + \mu) \cdot \frac{F}{S_{\text{поп.пер.}} \cdot E}, \quad (3.2)$$

де $S_{\text{поп.пер.}}$ – площа поперечного перерізу;

μ – коефіцієнт Пуассона;

E – модуль пружності;

K_T - коефіцієнт тензочутливості;

K – коефіцієнт перетворення датчика;

F – сила.

Для розрахунків $S_{\text{поп.пер.}}$ були використані такі значення:

1) $\text{РКП} = 2 \text{ мВ/В} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ В};$

2) $R = 400 \text{ Ом};$

3) $K = 1;$

4) $K_T = 2,1;$

5) $\mu = 0,3;$

6) $F = 100000 \text{ Н};$

7) $E_{\text{сталь}} = 210 \text{ ГПа (сталь 35ХГСА)}.$

За формулою (3.2) знайдемо площу поперечного перерізу $S_{\text{поп.пер.}}$:

$$S_{\text{поп.пер.}} = \frac{K \cdot K_T \cdot 2(1 + \mu) \cdot F}{\text{РКП} \cdot (K + 1)^2 \cdot E} \quad (3.3)$$

Отримаємо з формули (3.3) таке значення:

$$S_{\text{поп.пер.}} = \frac{1 \cdot 2,1 \cdot 2(1 + 0,3) \cdot 100000 \text{ Н}}{2 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + 1)^2 \cdot 210 \text{ ГПа}} = 325 \text{ мм}^2$$

Для проведення аналізу залежності РКП від модуля пружності було обрані такі матеріали 35ХГСА, 40ХН, 17-4РН(630), AISI 4340, Д16.

35ХГСА – конструкційна легована сталь. Її застосовують для деталей, що працюють при змінних навантаженнях, а також для таких, які мають складну конфігурацію.

40ХН – найбільш поширена сталь, що у порівнянні з іншими є дешевшою. Така сталь не може піддаватися термічній обробці до певних значень через власні параметри. Матеріал крихкий, непластичний, а процес кристалізації відбувається нерівномірно з розривами.

17-4РН(630) – стійка до корозії сталь. Її використовують у виробництві нержавіючих тензодатчиків та є поширеною у всьому світі через наявні належні риси.

AISI 4340 – легована сталь. На сьогодні, багато виробників використовують саме її у виготовленні тензодатчиків.

Д16 – дюралюмінієвий сплав. Приблизно 95% у складі – алюміній, а інше – мідь, домішки.

Значення модуля пружності вище перелічених матеріалів такі:

- 35ХГСА – 210 ГПа;
- 40ХН – 200 ГПа;
- 17-4РН(630) – 196 ГПа;
- AISI 4340 – 190 ГПа;
- Д16 – 72 ГПа.

Побудуємо графік з вказаними значеннями вище, що показаний на рисунку 3.4.

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

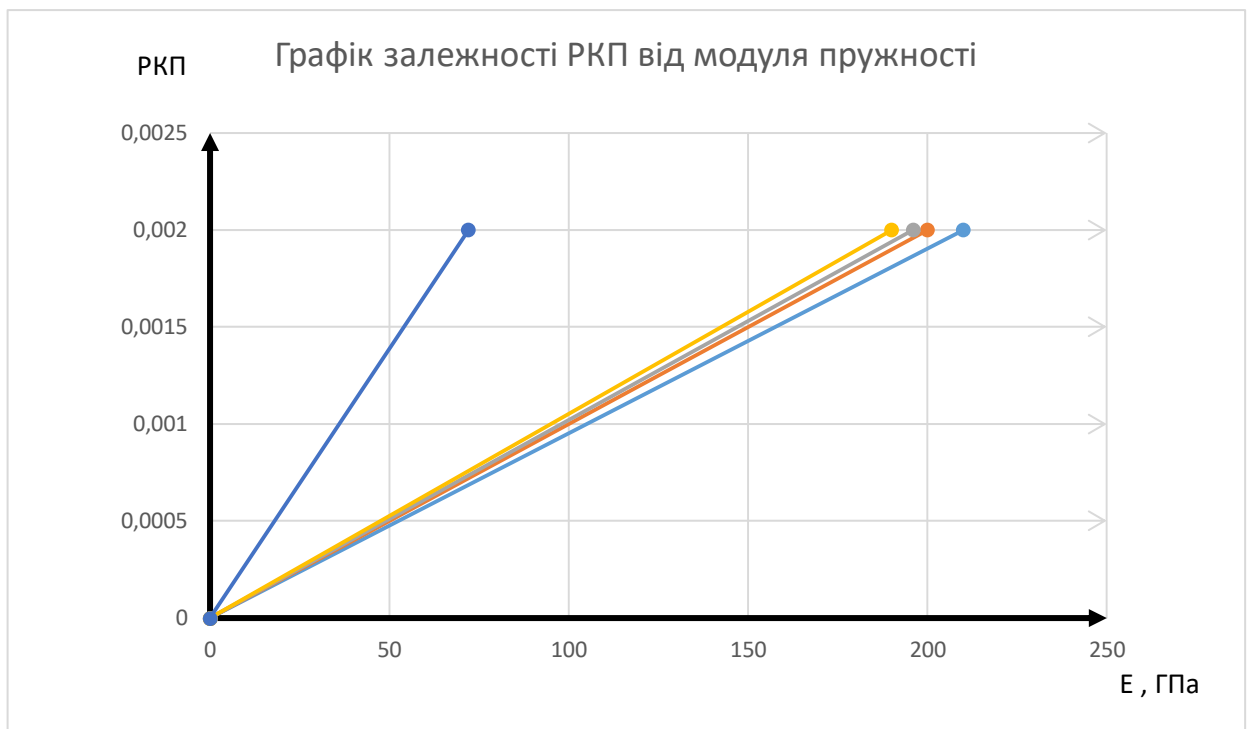


Рисунок 3.4 Залежність РКП від модуля пружності різних матеріалів

Система обліку легких вуглеводнів складається з ваговимірювальної установки та вимірювання рівня багатофазного середовища.

Ваговимірювальна установка складається з чотирьох датчиків ДВЦ (датчик ваго-цифровий), який має у складі цифровий електронний перетворювач AD105 (рис. 3.5) [8].



Рисунок 3.5 Цифровий електронний перетворювач AD105

AD105 має такі особливості:

- 1) Послідовний інтерфейс RS-485 двохпровідний.
- 2) Наявність цифрової фільтрації та масштабу вимірюваного сигналу.
- 3) Виконується зв'язок за рахунок ASCII команд.
- 4) Наявність індикатора живлення.
- 5) Наявність індикатора стану.
- 6) Зберігання параметрів незалежно від енергії.
- 7) Застосовується для керування виробничими процесами.
- 8) Перемикач з гістерезисом.

AD105 відносять до сімейства компонентів AED – прилади, що використовуються для цифрової обробки та передачі сигналів від механічних датчиків. Але загалом AD105 та датчик не можуть замінюватися окремо.

Такі цифрові електронні перетворювачі застосовують для оцифрування і обробки вимірюваних сигналів, де розташований датчик.

Цифровий електронний перетворювач AD105 володіє такими технічними характеристиками (табл. 3.1) [8]:

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Таблиця 3.1 Технічні характеристики AD105

Характеристика	AD 105
Точність до $> 1.0 \mu\text{V/d}$	3000 d
Опір мосту, перетворювач	$> 300 \text{ Ом}$
Збуджуюча напруга моста	5 В
Максимальний діапазон вимірювань	$\pm 2.4 \text{ мВ/В}$
Нормативне значення	2 мВ/В
Вимірювання роздільності сигналу	20 (при 1 Hz) Біт
Вимірювання швидкості (в залежності від вихідного формату і швидкості передачі даних)	100; 50; 25; 12; 6; 3; 2; 1; (Гц)
Гранична частота цифрових фільтрів, регульована; на -3dB	8...0.05 Гц
Довжина кабелю між AED і комп'ютером до RS485	$\leq 1000 \text{ м}$
Відхилення лінійності, пов'язане з значенням характеристик	$\pm 0.0025 \%$
Послідовні інтерфейси Електричний рівень (RS-485, диференційний) Швидкість передачі даних, регульована	Нижній: В-А $< 0.35 \text{ В}$ Верхній: В-А $> 0.35 \text{ В}$ 1200; 2400; 4800; 9600 Байт
Максимальна напруга на контрольному виході	15 В
Максимальний струм на контрольному виході	40 мА (при 6V), 22 мА (при 15V)
Робоча напруга	6..15 В
Струм	$\leq 45 \text{ мА}$
Номінальний діапазон робочих температур	-10...+40 °C
Діапазон робочих температур	-10...+50 °C
Діапазон температур зберігання	-25...+75 °C
Розміри (довжина, ширина, висота)	45 мм x 22.5 мм x 7 мм
Ступінь захисту	IP 00
Вага	0,05 кг

На рисунку 3.6 позначено розміри і позначення виходів цифрового електронного підсилювача, де U_b – напруга живлення (+6.. 15 В), GND – земля, T/RA – двохпровідне підключення RS-485 на лінії А, T/RB – двохпровідне підключення RS-485 на лінії В, OUT – відкритий колектор (керуючий вихід), U_{br3} – живлення поста при 200 Гц та 5 В, U_{br2} – живлення поста при 200 Гц та 5 В, IN4 і IN1 – диференціальні входи моста.



Рисунок 3.6 Розміри та позначення виходів цифрового електронного підсилювача AD105

RS-485 є найпоширенішим із стандартів рівня зв'язку. Фізичний рівень зв'язку являє собою спосіб передачі сигналу.

Пристрої, які об'єднуються за допомогою інтерфейсу RS-485 містять лише 2 клеми:

- клема "А";
- клема "В".

Основа принципу RS-485 – диференціальна передача даних.

Підключити можливо при з'єднанні паралельно в ланцюг до загальної мережі. Тому прокладаємо від одного до другого пристроїв кабелі.

Оригінальний сигнал проходить по одному дроту А, а інверсна копія – дроту В. Тобто, якщо на кабелі “1”, то на іншому може бути навпаки “0”. Можна зробити висновок, що завжди присутня різниця потенціалів (рис. 3.7) між двома дротами: якщо “1” – позитивна, то “0” – негативна. Для упорядкування обмін даними між пристроями для початку встановлюємо чергу передачі та прийому, формат даних, які пересилаються. Для таких випадків використовується інструкція, називають її протоколом [9].

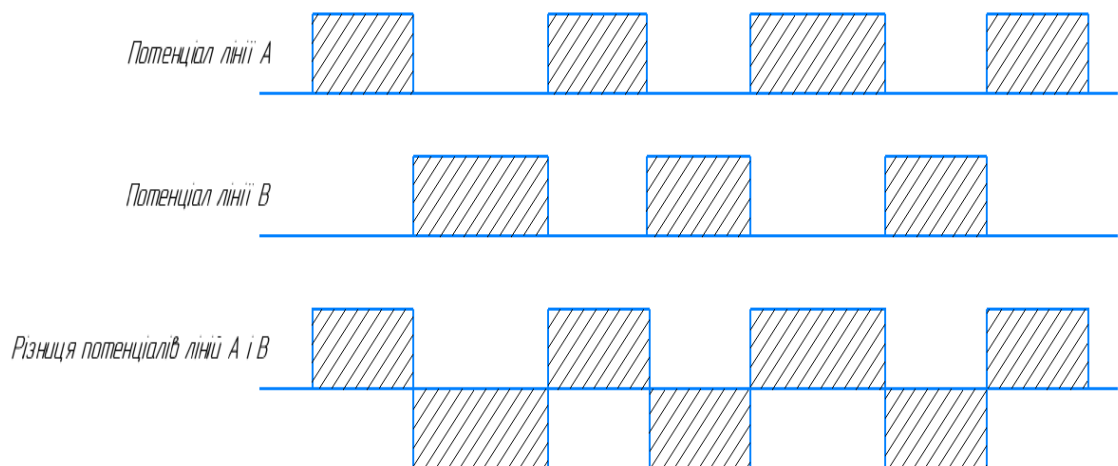


Рисунок 3.7 Різниця потенціалів ліній А і В

Лише такою різницею потенціалів можлива передача сигналу. Такий метод застосовують через високу стійкість до синфазних перебоїв, що діють на дроти однаково.

RS-485 – це напівдуплексний інтерфейс, як показано на рисунку 3.8. Принцип дії прийому та передачі полягає в тому, що вони йдуть лише по одній парі проводів. Їх може бути багато в живленні, і відключаються в режимі прийому та реалізуються і мікросхемах: ST485, MAX485 [10].

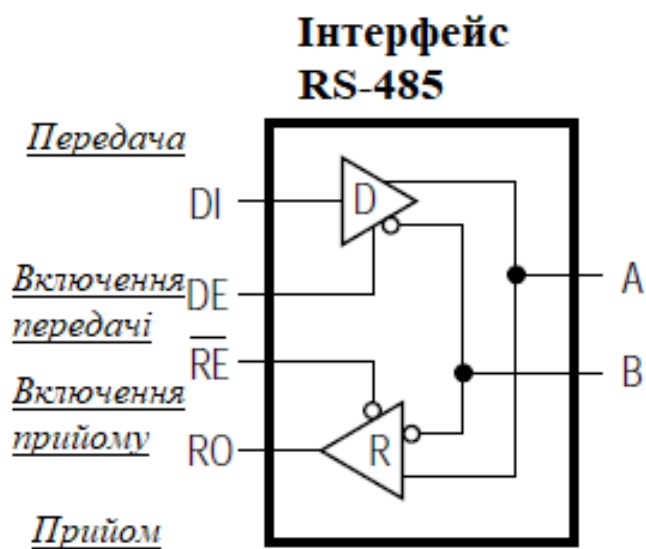


Рисунок 3.8 Інтерфейс RS-485

Установка для вимірювання фракцій в ємності представляє собою трубку з пристроєними датчиками Honeywell (рис. 3.9).



Рисунок 3.9 Датчик Honeywell

Датчик Honeywell – датчик тиску, який має стандартну конструкцію. Він містить досить високу чутливість і лінійність. Є наявний гістерезис для промисловості та більшості інших будь-яких агресивних середовищ.

Для компенсування температури і нульової корекції застосовується технологія лазерної операції чи зовнішні резистори. Кремнієве масло заповнюють і ізолюють від вимірних середовищ за допомогою діафрагми і корпуса, зробленого з нержавіючої сталі.

Такі датчики мають високу надійність в роботі, високу витривалість та довгу стабільність. Їх широко застосовують в багатьох сферах життєдіяльності, наприклад, хімічна промисловість, контроль процесів, системі тиску ємності [11].

Датчик має такі особливості:

- 1) П'єзорезистивний датчик тиску.
- 2) Технологія MEMS.
- 3) Діаметр – 1 мм.
- 4) Діапазон тиску: -100 ~ 0 кПа, 0 ~ 20 кПа ... 100 МПа.
- 5) Газова або розбавлена рідина, що сумісна з 316LSS.

У таблиці 3.2 наведені технічні характеристики п'єзорезистивного датчика Honeywell.

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Таблиця 3.2 Технічні характеристики Honeywell

Характеристика	Honeywell
Діапазон тиску	-100 ~ 0kPa, 0 ~ 20kPa... 100MPa
Механічне ущільнення	Датчик (G), абсолютний (A), герметичний (S)
Надлишковий тиск	150% FS
Нуль вихід	± 2 мВ
Вихідний сигнал	60 мВ, 1.5 мА
Генераторна синхронізація для збудника	1,5 мА 10 В постійного струму (опція)
Точність	0.25% FS (тип.) 0.3% FS (макс.)
Довготривала стабільність	≤0. 2% FS/год
Температурний коефіцієнт нуля	± 02% FS/°C (тип.) ± 03% FS/°C (макс.)
Температурний коефіцієнт проліту	± 02% FS/°C (тип.) ± 03% FS/°C (макс.)
Компенсований діапазон температур	-10 ~ + 70 °C
Діапазон робочих температур	-40 ~ + 125 °C
Діапазон температури зберігання	-40 ~ + 125 °C
Ізоляційний опір	≥100МОм, 100Vdc
Вхідний опір	3000 ~ 6000 Ом
Вихідний опір	2500 ~ 6000 Ом
Електричний інтерфейс	(4F) 4-кольоровий резинові дроти, опція (6 P) Позолочені коварні штифти
Матеріал високого тиску мембрани	316L з нержавіючої сталі
Час відклику (10% - 90%)	≤1ms
Шок	20 gRMS, (20 ~ 5000) Гц
Вплив	100 г, 11 мс
Вага	~ 18 г

Висновки

У даному розділі проведена розробка системи обліку легких вуглеводнів.

Наведені основні технічні характеристики датчика Honeywell, принцип роботи в установці. Проведено аналіз результатів розрахунків РКП та побудовано залежність.

				МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	61

4. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ «СИСТЕМА ОБЛІКУ ЛЕГКИХ ВУГЛЕВОДНІВ»

4.1. Опис ідеї проекту

В даному розділі приведений аналіз стартап-проекту, метою якого є можливість виходу продукту на ринок і здійснювати конкуренцію між продуктами, які відіграють важливе місце у продажі. Згідно методики [12] була проведена розробка стартапу та приведений аналіз усіх важливих аспектів.

У таблиці 4.1 описано зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

Таблиця 4.1 Опис ідеї стартап проекту

<i>Зміст ідеї</i>	<i>Напрямки застосування</i>	<i>Вигоди для користувача</i>
Система обліку легких вуглеводнів	Промисловість, машинобудування	1. Підвищення надійності роботи 2. Безпечність в роботі
	Судові головні силові та допоміжні силові установки	1. Підвищення довговічності і надійності роботи 2. Економічність
	Сільськогосподарська техніка	1. Підвищення довговічності і надійності роботи 2. Економічність

Отже, пропонується нова система обліку легких вуглеводнів, яка дозволяє зменшити похибку вимірювання рівня двофазного середовища, підвищити точність вимірювання.

Також нова система забезпечує високу надійність в роботі, довговічність, безпечність роботи та економічність. Більш є поширеною в таких галузях як промисловість та машинобудування, судові головні силові та допоміжні установки, і сільськогосподарська техніка.

Використавши морфологічну карту в таблиці 4.2, проведемо аналіз нової системи обліку легких вуглеводнів [13].

Таблиця 4.2 Морфологічна карта

Основні параметри	Проміжні рішення				
	1-ше	2-ше	3-ше	4-ше	5-ше
Види рідини	Нафта	Бензин	Вода чиста	Спирт	Інші
Точність вимірювання	Висока	Низька	Інші		
Похибка вимірювання	Велика	Мала	Інші		
Габарити	Великі	Малі			Інші
Кількість рідини	1-5 л	10-20 л	5-100 л	>100 л	Інші

У таблиці 4.2 навели основні параметри системи: види рідини, точність вимірювання, похибка вимірювання, габарити та кількість рідини. Проаналізували кожен параметр за певними умовами.

Переваги інноваційної розробки проекту “Система обліку легких вуглеводнів”:

- Простота конструкції;

- Малі габарити;
- Висока точність статичних лінійних характеристик;
- Велика надійність в роботі;
- Мала похибка вимірювання.

Наступним кроком слід провести аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів згідно з такими вимогами [12]:

- формулювання переліку характеристик ідеї та техніко-економічних властивостей;
- визначаємо попереднє коло конкурентів (проектів-конкурентів), товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та здійснюємо збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку;
- здійснюємо порівняльний аналіз показників: для власної ідеї знайдено показники, що характеризуються так [12]:
 - а) гірші значення (W, слабкі);
- б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні) (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/ п	Техніко- економічні характеристик и ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слаб ка стор о на)	N (нейтрал ьна сторона)	S (силь на стор о на)
		Мій проект	Конкур ент Rosemoun t	Конкур ент Metran	Конкур ент Emerson			
1	Торгівельна марка	немає	є	є	є	+		
2	Показники скорочення часу	Висока	Висока	Середня	Низка			+
3	Показники оптимізованого використання робочих центрів	Висока	Висока	Середня	Середня			+
4	Патенти на продукти	є	є	є	є		+	+
5	Економічність	Середня ціна	Висока ціна	Середня ціна	Низька ціна		+	

Проаналізували техніко-економічні характеристики ідеї стартап-проекту: торгівельна марка, показники скорочення часу, показники оптимізованого використання робочих центрів, патенти на продукти, економічність.

Після порівняння характеристик проекту з конкурентами визначили перелік слабких, сильних і нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару, що є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності. Товар захищений від копіювання завдяки патенту на винахід.

4.2. Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проводимо аудит технології (методика розрахунків), за допомогою якої можна реалізувати ідею створення проекту.

Для визначення технологічної здійсненості ідеї проекту проведемо аналіз складових таких як:

- оптимізація роботи робочих центрів;
- швидка зміна пріоритетів виготовлення;
- легка адаптивність до зміни виробів.

Таблиця 4.4 Технологічна здійсненність ідеї проекту

<i>№ п / п</i>	<i>Ідея проекту</i>	<i>Технології її реалізації</i>	<i>Наявність технологій</i>	<i>Доступність технологій</i>
1	Оптимізація роботи робочих центрів	Технологія планування виробництва	Наявні	не доступні
2	Швидка зміна пріоритетів виготовлення	Технологія планування виробництва	Не наявні	не доступні
3	Легка адаптивність до зміни виробів	Технологія планування виробництва	Наявні	не доступні
Обрана технологія реалізації ідеї стартапу: створення нової системи обліку легких вуглеводнів				

Отже, можна зробити такий висновок, що проект можливо реалізувати, так як є багато ідей. Також приведено усі необхідні технології, але серед доступних можливості реалізування немає. Причина лише одна – достатньо висока вартість. Щоб реалізувати даний проект потрібно залучати зарубіжних інвесторів. Нова система є повністю інноваційним проектом та має високу надійність в роботі. Обрано технологію реалізації ідеї проекту: створення системи обліку легких вуглеводнів.

4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначаємо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які при будь-яких обставин перешкоджають його реалізації.

Ринок характеризується важливим аспектом, який полягає у місткості – максимально можливий обсяг продажу першого продукту простягом певного часу. Він виражається в натуральних або вартісних одиницях.

Для цього необхідно визначити особливості і перспективи розвитку попиту на конкретні товари, слабкі і сильні сторони. На основі вище переліченого вже можливо розроблювати подальшу стратегію та тактику маркетингу.

Отже, з'являється можливість спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Проводимо аналіз попиту:

- 1) Наявність попиту;
- 2) Обсяг;
- 3) Динаміка розвитку ринку.

Таблиця 4.5 Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

<i>№ п/п</i>	<i>Показники стану ринку (найменування)</i>	<i>Характеристика</i>
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	45000-55000 грн/ум.од
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Конкуренція зарубіжних фірм
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Вимоги до ГОСТУ
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	74%

У таблиці 4.5 проведений аналіз характеристики потенційного ринку стартап-проекту, тому можна зробити такий загальний висновок, що ринок має зростаючу динаміку (якісну оцінку) і хороший попит на запропонований нами продукт.

Даний проект може вийти у ринок навіть при наявності інших вже існуючих іноземних фірм, які працюють і проводять розробки аналогів цих систем високої якості, але за рахунок сучасних технологій і переваг, продукт що розробляється є конкурентоспроможним.

Наступним кроком буде визначення потенційних груп клієнтів, їх характеристики, та формування орієнтовного переліку вимог до товару для кожної групи.

Таблиця 4.6 Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

<i>№ п/п</i>	<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
1	1. Створення зручного використання приладу для вимірювання рівня рідини в ємності. 2. Забезпечити усі умови щодо безпеки життєдіяльності.	Заводи, наукові комплекси, машинобудівні компанії, авіакомпанії, медицина.	Основним фактором є правильно підібраний перетворювач для того, щоб не призвело до непоправних наслідків.	Висока якість, висока точність результатів вимірювання, оптимальне співвідношення ціни та якості, наявність сервісного обслуговування.

Отже, заводи, фірми з великою кількістю робочих установок і з великою кількістю замовлень повинні бути потенційною групою клієнтів продукту, які будуть впевнені в економічній вигоді, надійності та точності систем.

При застосуванні сучасних технологій в даному проекті з'являються певні ризики. Для уникнення загроз системи необхідно удосконалювати обладнання, а також працювати з їх налаштуванням повинні висококваліфіковані фахівці.

Слід забезпечити наявність сервісного обслуговування, оптимальне співвідношення ціни та якості і створити більш зручний прилад для використання в системі обліку.

Таблиця 4.7 Фактори загроз

<i>№ п/п</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1	Конкуренція	Зменшення продажу	Рекламні акції, знижки
2	Старіння	Поява нової продукції	Моніторинг трендів
3	Відсутність надійних постачальників високоякісного обладнання	Зменшення продажу	Пошуки постачальників за рубежом
4	Криза	Зменшення продажу	Зменшення ціни товару та пошук нових партнерів
5	Технічний	Недостатня кількість фахівців	Впровадження постійної підтримки кваліфікованих спеціалістів

У таблиці 4.7 показано фактори загроз: конкуренція, відсутність надійних постачальників високоякісного обладнання, криза – впливають на зниження продажу проекту, а фактори – старіння та технічний фактор є причиною недостнньої кількості фахівців.

Вище перелічені фактори впливають на ринкове впровадження нашого стартап-проекту, а також можливу реакцію на фактор, щоб зменшити його загрозу.

Таблиця 4.8 Фактори можливостей

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст можливості</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1	Вихід на нові ринки	Збільшення товарообігу	Підвищення попиту, розробка нових ідей
2	Впровадження нових технологій на ринку	Якісне покращення головних параметрів продукту	Підвищення попиту та ціни на продукт
3	Поліпшення та удосконалення системи безпеки	Покращення умов використання та зберігання	Збільшення ціни та попиту, наукове дослідження
4	Політико правові	Можливий вплив на купівлю або продаж товару	Зміна напрямку імпорту
5	Економічні	Підтримка інноваційного виробництва Якісне покращення основних параметрів продукту	Підвищення попиту та ціни на продукт

У таблиці 4.8 бачимо визначення основних факторів можливостей, які спричиняють ринкове впровадження нашого стартап-проекту (вихід на нові ринки, впровадження нових технологій, поліпшення та удосконалення системи безпеки, політико-правові і економічні).

Таблиця 4.9 Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється дана характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)</i>
1. Монополістична конкуренція	Велика кількість невеликих виробників, які пропонують не ідентичну продукцію.	Виготовлення більш досконалого продукту
2. Національний	Конкуренція фірм на міжнародному рівні	Відкриття нових точок по країні, тобто розширення
3. Внутрішньогалузева конкуренція	Виробники виготовляють продукти, які задовольняють різні потреби	Формування ринкової вартості товару
4. Товарно-видова	Один вид товару для задоволення потреби	Унікальність кожного об'єкту; удосконалення та створення нових функцій
5. Цінова	Використання цін як засобу досягнення завоювання ринку	Підвищення якості продукту, за такою ж ціною, що і у конкурентів
6. Марочна	Конкурентні компанії пропонують подібний продукт	Зниження цін на товар; закупка якісних приладів, створення власної торгової марки

У таблиці 4.9 приведено ступеневий аналіз конкуренції, тобто описано загальні її риси на ринку. Тепер проводимо більш детальний аналіз конкуренції в галузі за М. Портером (табл. 4.10).

Основними особливостями конкерентного середовища є монополістична, національна, внутрішньогалузева, товаро-видова, цінова та марочна конкуренції.

Таблиця 4.10 Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Rosemount Metran Emerson	Високий бар'єр входження в ринок	Невелика собівартість, якість товару	Невелика та велика собівартість	Фактори загроз з боку замінників
Висновки:	Інтенсивне	Присутні потенційні клієнти	Ціна, умови співпраці	Вартість системи, якість	Відсутнє

Отже, на конкуренцію в галузі впливають постачальники та споживачі. Також не потрібно забувати про збільшення росту конкуренції між існуючими конкурентами. Тип конкуренції згідно з межами структурного підходу до аналізу – монополістична конкуренція.

Прямими конкурентами є Rosemount, Metran, Emerson.

Настіпним кроком визначаємо та описуємо перелік факторів конкурентоспроможності. Оскільки стартап-проект ще не впроваджений, тому неможливо привести точні дані, але показано приблизні оцінки конкурентоспроможності.

Таблиця 4.11 Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

<i>№ п/п</i>	<i>Фактор конкурентоспроможності</i>	<i>Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)</i>
1	Використання високотехнологічного обладнання	Точність параметрів тестування та достовірність отриманих результатів, яка підтверджується якісними математичними розрахунками
2	Висока надійність роботи приладу	Гарантія правильної роботи обладнання
3	Якість продукту	Малі габарити та застосування нових технологій в розробці продукту
4	Висока точність результатів вимірювання	Достовірність отриманих результатів, мала похибка вимірювання
5	Простота реалізації	Забезпечується використанням існуючих методів вимірювання

Завдяки проведеному аналізу ми визначили та описали фактори конкурентоспроможності нашого стартап-проекту.

У таблиці 4.11 бачимо, що факторами конкурентоспроможності є використання високотехнологічного обладнання, висока надійність роботи приладу, якість продукту, висока точність результатів вимірювання, простота реалізації.

Для визначення стратегічного аналізу сильних та слабких сторін проекту, необхідно проводити як порівняльний аналіз, причому приділяти увагу на спрямування конкурентоспроможності стартапу. Це означає, що внутрішні фактори – фактори конкурентоспроможності.

Таблиця 4.12 Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «Системи обліку легких вуглеводнів»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з ... (назва підприємства)						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Висока якість і своєчасність виконання роботи	19						+	
2	Оптимальне співвідношення ціни і якості	18							+
3	Індивідуальний підхід	20					+		
4	Новизна	16					+		

У таблиці 4.12 ми бачимо порівняльний аналіз сильних та слабких сторін, який показує, що продукт є надійним, довговічним, якісним і новим, а також має перевагу перед існуючими. Можна вважати, що проект буде конкурентоспроможним на ринку.

Привели чотири фактори конкурентоспроможності: висока якість і своєчасність виконання роботи, оптимальне співвідношення ціни та якості, індивідуальний підхід, новизна.

Наступним кроком розробка SWOT- аналіз стартап-проекту у таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 SWOT- аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Використання високотехнологічного обладнання; 2. Висока надійність роботи приладу; 3. Краща якість продукту; 4. Висока точність результатів вимірювання. 	<p>Слабкі сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Висока собівартість кінцевого продукту; 2. Конкуренція. 3. Якщо висока ціна за продукт, то клієнт обирає більш дешевше, що спричиняє втрату потенційного заробітку.
<p>Можливості:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Можливість розширення ринку; 2. Вихід на нові ринки; 3. Збільшення продаж; 4. Поліпшення характеристик системи. 	<p>Загрози:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Посилення конкуренції на ринку; 2. Криза; 3. Відсутність надійних постачальників високоякісного обладнання

Перелік сильних та слабких сторін стартап-проекту ми обґрунтували в таблиці 4.13. Наведені також ринкові загрози та ринкові можливості, які складаються на основі факторів загроз і можливостей.

Загрози не звертаючи увагу на фактори не є реалізованими на ринку, але мають високу ймовірність впровадження.

Завдяки SWOT-аналізу можна обґрунтувати альтернативи ринкового впровадження проекту на ринок та приблизний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок.

Описані такі альтернативи ґрунтуються на основі строків і ймовірності отримання певних ресурсів.

Таблиця 4.14 Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

<i>№ п/п</i>	<i>Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки)</i>	<i>Ймовірність отримання ресурсів</i>	<i>Строки реалізації</i>
1	Стратегія нейтралізації ринкових загроз завдяки сильним сторонам проекту	Велика	11 місяців
2	Стратегія компенсації слабких сторін проекту завдяки наявним ринковим можливостям	Велика	1 рік і 5 місяців

Проведена розробка аналізу розроблених альтернатив ринкового впровадження показує найкращу альтернативу з найбільшою ймовірністю отримання ресурсів, а також, яка є швидкою у виведенні на ринок. Тому визначаємо стратегію нейтралізації ринкових загроз завдяки сильним сторонам стартапу наявних ринкових можливостей.

4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 4.15 Вибір цільових груп потенційних споживачів

<i>№ n/n</i>	<i>Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів</i>	<i>Готовність споживачів сприйняти продукт</i>	<i>Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)</i>	<i>Інтенсивність конкуренції в сегменті</i>	<i>Простота входу у сегмент</i>
1	Державні підприємства	Готові	Високий	Висока	+
2	Приватні підприємства	Готові	Високий	Висока	+
Які цільові групи обрано: державні та приватні підприємства.					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів обрано цільові групи, для яких запропонуємо свій проект для удосконалення робочих центрів та визначена стратегія охоплення ринку – диференційована група маркетингу, так як проводиться робота із одним сегментом і для нього розробляють конкретну програму ринкового впливу. Але додатково формулюють базову стратегію розвитку для роботи в обраному сегменті.

Таблиця 4.16 Визначення базової стратегії розвитку

<i>№ п/п</i>	<i>Обрана альтернатива розвитку проекту</i>	<i>Стратегія охоплення ринку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи</i>	<i>Базова стратегія розвитку*</i>
1	Удосконалення характеристик рівнеміра	Розробка безпечного схеми кладання та передбачає наділення продукту важливих властивостей	Найкращі робочі центри, оптимальне співвідношення ціна-якість, якісне обладнання	Стратегія удосконалення, диференціація

Базова стратегія – стратегія диференціації та удосконалення. Вони передбачають наділення продукту важливих необхідних властивостей, завдяки яким проект є якіснішим та іншим на відміну від конкурентів.

Після чого визначаємо базову стратегію конкурентної поведінки.

Таблиця 4.17 Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

<i>№ п/п</i>	<i>Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?</i>	<i>Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?</i>	<i>Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?</i>	<i>Стратегія конкурентної поведінки*</i>
1	Стартап не є «першопрохідцем»	Компанія шукатиме нових споживачів	У компанії майже не буде схожості з конкурентами, але можливий збіг датчиків, які використовуються для вимірювання	Позиційна оборона

Базовою стратегією конкурентної поведінки було обрано стратегію зайняття позиційної оборони. Сутність полягає в тому, що компанія вибирає один або декілька ринкових сегментів невеликого розміру.

Головне завдання компанії – постійний розвиток своєї конкурентної переваги, встановлення контакту між споживачами, підтримка вхідних бар'єрів.

На основі базової стратегії конкурентної поведінки проведемо аналіз стратегії позиціонування, яку можна визначити при формування ринкової позиції, після чого споживачі мають впровадити проект.

Таблиця 4.18 Визначення стратегії позиціонування

<i>№ п/п</i>	<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)</i>
1	Висока точність і оптимізація	Удосконалення та диференціація	Оптимальне співвідношення ціни та якості	Надійність, якість, висока точність, своєчасне виконання

Визначення стратегії позиціонування необхідне з метою виділення серед конкурентів ті зайняття гідного місця не тільки для споживачів, але і для самих учасників стартап-проекту.

Компанія обрала такі стратегії розвитку – удосконалення і диференціація, а цільові групи – державні та приватні підприємства, які вже мають постачальників, але так як проведена розробка нової технології, то клієнти перейдуть від конкурентів до компанії.

Вимогами до товару цільової аудиторії є висока надійність, точність, оптимізація роботи, своєчасне якісне виконання.

4.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Під час розроблення маркетингової програми першим кроком є розробка та обґрунтування маркетингової концепції товару, який отримає споживач. У таблиці 4.19 підсумуємо результати аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 4.19 Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба</i>	<i>Вигода, яку пропонує товар</i>	<i>Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)</i>
1	Розробка виробів у термін, точність, захист від вибухів, якість та мобільність	Виконання всіх завдань, забезпечення достовірності результатів вимірювання, безпечна система складання, якісні матеріали та зручність в роботі	Вдосконалення системи, постійна технічна підтримка, вибір та закупівля високотехнологічного обладнання та якісних матеріалів, мобільність конструкції

За рахунок ключевих переваг перед конкурентами буде вдосконалена система, постійна технічна підтримка, якісне обладнання та мобільність конструкції. Таким чином, як і у конкурентів розроблюється маркетингова програма стартап-проекту.

Таблиця 4.20 Опис трьох рівнів моделі товару

<i>Рівні товару</i>	<i>Сутність та складові</i>		
I. Товар за задумом	1. Безпека. 2. Зручне використання.		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Економічні	Нм	Вр
	2. Вимірювальна система	Нм	Е
	3. Надійність	М	Тл
	4. Технологічні	М	Тх
	5. Безпеки	М	Тх
	Якість: технічний регламент, патент		
Пакування: кожен комплектуючий упаковується окремо в картонну коробку з назвою торговельної марки і усіма характеристиками			
Марка: назва організації-розробника			
III. Товар із підкріпленням	До продажу: вдосконалений прилад		
	Після продажу: можливість створення нових приладів удосконалених приладів для вимірювання у більш складних умовах		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: патент на винахід, захист інтелектуальної власності.			

У таблиці 4.20 наведена трьох-рівнева модель товару, у складі якої за задумом є безпека і зручне використання продукту, основі характеристики готового товару, спосіб пакування продукту, якість та захисту від плагіату та копіювання. Надалі визначимо цінові межі, які необхідні для керування при встановлення ціни на потенційний товар, а також завдяки якому бачимо аналіз цін товарів конкурентів, рівень доходів споживачів.

Наступним кроком є визначення меж встановлення ціни, на які необхідно спрямовуватися при встановлення ціни на товар, що передбачає аналіз цін товарів конкурентів і доходів споживачів проекту (табл.20).

Для визначення ціни було проведено огляд та аналіз вартості товарів аналогів, також досліджено базу системи обліку легких вуглеводнів, і тому

визначено таку ціну на товари замітники – 100000 грн. , а товари аналоги – 85000 грн. Для встановлення верхньої та нижньої межі на товар необхідно було знайти загальні витрати на закупівлю, настроювання, основні компоненти. Тому нижня ціна – 55000 грн, а собівартість – 48000 грн. З усього на компоненти 12000 грн., виробництво 6000 грн., налагодження 8000 грн., програмне забезпечення 14000 грн., на інші витрати – 8000 грн.

Таблиця 4.21 Визначення меж встановлення ціни

<i>№ п/п</i>	<i>Рівень цін на товари замітники</i>	<i>Рівень цін на товари аналоги</i>	<i>Рівень доходів цільової групи споживачів</i>	<i>Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу</i>
1	100000 грн	85000 грн	10000-30000 грн	55 тис. – 150 тис. грн

У таблиці 4.21 приведені ринкові ціни на товари замітники, товари аналоги, рівень доходів цільової групи споживачів. У результаті отримуємо дані верхньої та нижньої межі ціни на товар/послугу.

Для подальшого аналізу необхідно визначити збут підприємством свого товару, що є процесом реалізації промислової продукції з метою задоволення потреб і запитів споживачів та отримання виручки.

Збут є головним елементом маркетингу, що стоїть позаду таких як виявлення споживчих потреб, розробка товарів, встановлення на них відповідної ціни, налагодження системи ефективного стимулу.

Таблиця 4.22 Формування системи збуту

<i>№ п/ п</i>	<i>Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Функції збуту, які має виконувати постачальник товару</i>	<i>Глибин а каналу збуту</i>	<i>Оптимальна система збуту</i>
1	Звична модифікована купівля, орієнтація на регулярне замовлення поставок	Встановлення та налаштування, встановлення контактів із споживачами, зменшення витрат	Канал нульового рівня	Власна система збуту. Виробник продає продукт клієнту, використовуючи такі способи: - торгівля через магазини; - торгівля через будівельні підприємства.

На основі специфіки закупівельної поведінки цільових клієнтів була проведена розробка власної системи збуту, коли виробник продає продукт клієнту шляхом торгівлі через магазини і будівельні підприємства. Глибиною каналу збуту є канал нульового рівня так як компанія повинна підтримувати тісні контакти із споживачами.

Наступним кроком визначення концепції маркетингових комунікацій у таблиці 4.23.

Основним засобом комунікації є здатність самостійно та ефективно впливати на споживачів. Доповнимо слід заповнювати можливі прогалини включаючи цільову аудиторію. Це допозе досягти конкретних цілей комунікації при найменших витрат, а також забезпечення додаткових переваг з точки зору впливу споживача під час споживання товару або у місці продажу.

В процесі комунікації необхідний контроль та інтегрований підхід під час оцінення стратегічної ролі різних комунікаційних засобів, що поєднуються з метою забезпечення максимальної зрозумілості, конкретного ефекту та правильної узгодженості.

Таблиця 4.23 Концепція маркетингових комунікацій

<i>№ п/п</i>	<i>Специфіка поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти</i>	<i>Ключові позиції, обрані для позиціонуван ня</i>	<i>Завдання рекламного повідомлення</i>	<i>Концепція рекламного звернення</i>
1	Орієнтація на регулярне замовлення поставок	Формальні/ неформальні канали комунікації	Висока точність виміру, доступність клієнтам, мобільність конструкції	Інформування споживачів, розвиток попиту, стимулювання продажу, пошук вигідних партнерів	Даний прилад є абсолютно безпечним та унікальним

Безпечність та унікальність системи є головною концепцією рекламного звернення продукту, завдяки чому він конкурентноспроможний на ринку.

На основі специфіки закупівельної поведінки цільових клієнтів була проведена розробка власної системи збуту, коли виробник продає продукт і продовжує співпрацювати з клієнтом.

Проаналізувавши товари аналоги відбувається ціноутворення під час фінансово-економічного обґрунтування стартапу шляхом залучення спеціалістів.

Визначили базову стратегію конкурентної поведінки – зайняття позиційної оборони. Компанії необхідно вибрати один або декілька ринкових сегментів невеликих розмірів. Головне завдання полягає у постійному розвитку своєї конкурентної переваги, встановленні контакту між споживачами, підтримкою вхідних бар'єрів.

Висновки

Можна зробити висновок після проведення аналізу стартап-проекту, що він є необхідним в Україні та впровадженні на ринок. У розділі ми розглянули важливих конкурентів та як побороти їх. Було розроблено стратегію конкурентної поведінки.

Після дослідження ринку, проведення аналізу аналогів виробників, проект може мати хорошу динаміку на ринку, рентабельність роботи на ринку та ринкова комерціалізація стартапу опирається на наявний попит.

Актуальність стартапу полягає в тому, що є абсолютно інноваційною системою, яка забезпечує високу точність вимірювання, високу надійність в роботі та є сучасною системою.

Клієнти на даному ринку займаються купівлею з деякими змінами, які передбачають зміни ціни на товар, зміненні даних товару. Тому головним завданням стартапу є розроблення оптимізованої системи, яка матиме найкращі характеристики, властивості в роботі порівняно з товарами конкурентів.

Було оцінено позитивні та негативні сторони та проведено аналіз дій, розроблена специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів, а також розроблення власної системи збуту, за якою зроблено висновок, що хороші перспективи впровадження стартап-проекту на ринок є досить високими. Для цього бар'єром входження на ринок відсутня велика кількість товарів-аналогів, але за рахунок чого дана система обліку легких вуглеводнів повністю оптимізована та забезпечує довготривалу роботу, зменшення витрати палива. Можна повністю вважати, що система стане конкурентноспроможною на ринку.

Базова стратегія – стратегія диференціації та удосконалення. Вони передбачають наділення продукту важливих необхідних властивостей, завдяки яким проект є якіснішим та іншим на відміну від конкурентів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ
					86

Отже, можна зробити такий висновок, що проект можливо реалізувати за рахунок багатьох ідей. Було приведено усі необхідні технології. Визначено, що проект має достатньо високу вартість. Тому для реалізування даного стратапу необхідно залучати зарубіжних інвесторів. Нова система є повністю інноваційним проектом та має високу надійність в роботі.

				МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	87

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській дисертації на тему «Система обліку легких вуглеводнів» проведено огляд та аналіз методів вимірювання рівня багатофазних середовищ.

Розроблено найбільш ефективний метод системи обліку легких вуглеводнів. Проаналізовано кожен вимірювальний прилад, який має певну кількість функцій та модифікацій, що дають можливість підібрати більш точний та надійний метод для вирішення будь-яких задач у сфері вимірювальних приладів.

Нині облік системи легких вуглеводнів – поширена тема в багатьох сферах діяльності.

Широку фракцію легких вуглеводнів використовують в якості сировини на нафтохімічних підприємствах для отримання вуглеводнів під час первинної переробки та широкого ряду даної продукції при подальшій переробці індивідуальних вуглеводнів.

Проведений розрахунок математичної моделі за темою магістерської дисертації «Система обліку легких вуглеводнів» за трьома задачами: задача аналізу, задача вимірювання та задача калібрування.

Отже, система застосовується в багатьох сферах діяльності, де присутній аналіз і проведення державного контролю продукту, інших облікових операцій загалом.

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Яковлев Л. Г. Уровнемеры / Яковлев Л. Г. – М.: Машиностроение, 1964. – 233 с.;
2. Измерения уровня. Методы, способы измерения уровня. Выбор уровнемера. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.eti.su/articles/izmeritelnaya-tehnika/izmeritelnaya-tehnika_1520.html;
3. Методы измерения и контроля уровня. Виды уровнемеров. Сравнение и обзор уровнемеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.eti.su/articles/izmeritelnayatehnika/izmeritelnaya-tehnika_1521.html;
4. Широкая фракция легких углеводородов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://neftegaz.ru/tech-library/energoresursy-toplivo/141451-shirokaya-fraktsiya-legkikh-uglevodorodov/>;
5. Химический состав и физические свойства нефти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-1/part-2/section-8/8-2/8-2-1>;
6. Основные физические свойства нефти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://neftok.ru/raznoe/fizicheskie-svojstva-nefti.html>;
7. Копилов В. А. Нафтова і газова промисловість. – К.: Науково-виробничий журнал «Нафтогаз», 2001. – с. 27-28;
8. Цифровой электронный усилитель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dl-kinesis.by/p26284-tsifrovoj-elektronnyj-usilitel.html>;
9. Интерфейс RS-485, принцип действия, организация работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pue8.ru/silovaya-elektronika/451-interfejs-rs-485.html>;
10. Протоколы, интерфейсы, технологии [Электронный ресурс]. –

					<i>МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ</i>	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Режим

доступу:

<http://vkmodule.com.ua/Description/Description2.html>;

11. Пьезорезистивный датчик давления [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: <https://russian.alibaba.com/product-detail/gs19-hydraulic-piezo-resistive-pressure-sensor-1479651041.html>;

12. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс]: Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О. А. Гавриша. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 29 с.;

13. Ілляшенко С. М., Шипуліна Ю. С. Товарна інноваційна політика. – С.: Підручник для студентів вищих навчальних закладів «Університетська книга», 2007. – 281 с.

14. " " 0' " " 0' 0
" " " 0' " "
151 « " " / " " »," "
"«) / " " " »,"
152 « " " / " " " " " "
"« / " " " " " "
» / " 0' " " " " 0' 0' 0' " "
0' 0' " 0' 0' 0' " " *1 : 2,29
+0' " " 0' " "2019. – 203 0' " "
0https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30404
15. " : " " " " " " "
" " " " " " " " " "
151 « " " " " " " " " " "
" " " " " " " " " "
"« 0 0' 0' " 0' 0' 0' " " "
*1 : 2,09 +0' " " 0' " "2019. –
106 0' " " 0https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30397
16. " " " " " " " " " "
" " " " " " " " " "
» / "« " 0' " " " " 0' 0' 0' "
" 0' 0' 0' " " " *1 : 2,59 +0' "
" " "« " 0' " " " " " " " "
», 2016. – 138 0' " " " 0
17. " 0' 0' / " " " " " " "
" " " " " " " " " " "
0' 0' "1" " " " " " " " "
" " " " " " " " " " "
« : " " " " " " " " " "
« » : " " "23 "2008 " 0' " " " " " "
« », 0' " " "« », 2008. – 061. URL :
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30896>

					МД.ПМ81мн.04.000.00ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90